

Міністерство освіти і науки України
Національний технічний університет
«Дніпровська політехніка»

Навчально-науковий інститут Електроенергетики
Електротехнічний факультет
Кафедра Електроенергетики

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА
кваліфікаційної роботи ступеню бакалавра
студента Христяна Владислава Володимировича
академічної групи 141-16-2
спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка
на тему Сучасні методи підвищення енергоефективності будівель

Керівники	Прізвище, ініціали	Оцінка за шкалою		Підпис
		рейтингово ю	інституційною	
кваліфікаційної роботи	Олішевський Г.С.			
розділів:				
Технологічний розділ	Олішевський Г.С.			
Спеціальний розділ	Олішевський Г.С.			
Охорона праці	Столбченко О.В.			
Економічний розділ	Дементьева Н. В.			

Рецензент				
-----------	--	--	--	--

Нормоконтролер	Олішевський Г.С.			
----------------	---------------------	--	--	--

Дніпро
2020

ЗАТВЕРДЖЕНО:
завідувач кафедри
Електроенергетики

_____ Рогоза М. В.
(підпис) (прізвище, ініціали)

« _____ » _____ 20__ року

ЗАВДАННЯ на кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра

студенту Христяну В.В. академічної групи 141-16-2

спеціальності 141 Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

за освітньо-професійною програмою Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка

на тему Сучасні методи підвищення енергоефективності будівель,

затверджену наказом ректора НТУ «Дніпровська політехніка» від 12.05.2020 №258-с

Розділ	Зміст	Термін виконання
1 Технологічний розділ	Дати характеристику огорожуючи конструкцій будівлі, зясувати поточний стан інженерних мереж та наявність систем управління енергоспоживанням будівлі	4.05.2020-10.05.2020
2 Спеціальний розділ	Розрахувати енергоспоживання будівлі на опалення. Визначити теплове та електричне навантаження будівлі. Розрахувати сонячну електростанцію на даху будівлі. Визначити економію електроенергії.	11.05.2020-31.05.2020
3 Охорона праці	Визначити небезпечні та шкідливі фактори на об'єкті, розробити заходи з мінімізації їх впливу на працівників закладу	01.06.2020-07.06.2020
4 Економічний розділ	Визначити економічні параметри проекту модернізації системи електропостачання будівлі	08.06.2020-14.06.2020

Завдання видано

_____ (підпис керівника)

_____ Олішевський Г.С.

(прізвище, ініціали)

Дата видачі 20.04.2020

Дата подання до екзаменаційної комісії 19.06.2020

Прийнято до виконання _____ (підпис студента) _____ (прізвище, ініціали)

Реферат

Пояснювальна записка: 79 ст., 9 таб., 9 рис., 4 додатка, 17 джерел

ЕНЕРГЕТИЧНА ЕФЕКТИВНІСТЬ, СОНЯЧНА СТАНЦІЯ, ЕНЕРГЕТИЧНА
МОДЕРНІЗАЦІЯ, ЕЛЕКТРИЧНЕ СПОЖИВАННЯ.

Об'єкт дослідження: будівля Марганецької дитячо-юнацької спортивної школи №1.

Предмет дослідження: енергоефективність будівлі та заходи по збереженню енергії.

Мета роботи: Визначення ефективності встановлення сонячної станції у рамках модернізації навчального закладу.

У технологічному розділі наведено основні енергетичні показники будівлі, її стан та оцінки класів енергоефективності.

У спеціальному розділі наведено розрахунок споживання енергоресурсів будівлею, її основні інженерно-проектні показники. Приклад розрахунку сонячної станції, та її ефективність. Для цього було обрано панелі, та розрахунок по кожному місяцю з урахуванням різного коефіцієнту інсоляції для кожного місяця. Також виявлено скільки відсотків споживаної енергії зможе взяти на себе сонячна станція.

У економічному розділі розраховані капітальні та експлуатаційні витрати пов'язані з модернізацією будівлі.

У розділі охорони праці було виявлено основні потенційно небезпечні фактори які можуть виникнути на території будівлі, а також заходи про їх усунення, або запобігання. Розрахували систему кондиціонування та обрали заходи.

Зміст

Вступ	6
1 Технологічний розділ	10
1.1 Загальна характеристика об'єкта	11
1.2 Основні об'ємні – планувальні показники	12
1.3 Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій	13
1.3.1 Зовнішні стіни.....	13
1.3.2 Покриття	14
1.3.3 Підлога по ґрунту	14
1.3.4 Світлопрозорі конструкції	15
1.4 Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри	15
1.5 Характеристика інженерних мереж.....	16
1.5.1 Водяна система опалення.....	16
1.6 Класи ефективності АМУБ.....	18
1.6.1 Вентиляція	18
1.6.2 Освітлення	19
1.7 Енергоспоживання будівлі	19
2 Спеціальний розділ	20
2.1 ЕНЕРГОПОТРЕБА ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ БУДІВЛІ	21
2.1.1 Сумарна теплопередача та теплові надходження.....	21
2.1.2 Теплопередача трансмісією	22
2.1.3 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією	22
2.1.4 Внутрішні теплонадходження	24
2.1.5 Сонячні теплонадходження	25
2.1.6 Теплове випромінювання в атмосферу	26
2.1.7 Визначення питомого енергоспоживання при постачанні гарячої води.....	27
2.1.8 Енергоспоживання при освітленні	32
2.1.9 Загальне енергоспоживання систем вентиляції	33
2.1.10 Сумарне енергоспоживання системами опалення, охолодження та вентиляції	34

2.2	Фотоелектричні станції (ФЕС)	35
2.3	Розрахунок продуктивності ФЕС	37
2.2.1	Середні показники потрапляння електроенергії для м. Дніпро на 1 м ² площі:	43
2.2.2	Розраховуємо ФЕС на криші будівлі Марганецької дитячо-юнацької спортивної школи №1	44
3	Охорона праці	49
3.1	Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів	50
3.1.1	Освітлення	50
3.1.2	Температура	50
3.1.3	Вентиляція	51
3.1.4	Шум	51
3.1.5	Шкідливі речовини	52
3.1.6	Біологічні фактори	52
3.2	Інженерно-технічні заходи з охорони праці	53
3.1.1	Освітлення	53
3.1.2	Шкідливі речовини	54
3.1.3	Біологічні фактори	54
3.2	Пожежна безпека	55
3.2.1	Обладнання	55
3.2.2	Умови в закладі	56
3.3	Розрахунок теплових надлишків в приміщенні	57
3.3.1	Виділення тепла від джерел штучного освітлення	57
3.3.2	Виділення тепла від радіотехнічних приладів і комп'ютерних систем	58
3.3.3	Виділення тепла від людей	58
3.3.4	Виділення тепла від сонячної радіації	59
3.4	Вибір систем кондиціонування	63
	Економічний розділ	64
	Вступ	64
4.1.	Розрахунок капітальних витрат	64
4.2	Розрахунок експлуатаційних витрат	67
4.2.1	Розрахунок амортизаційних витрат	67
4.2.2	Розрахунок річного фонду заробітної плати	68
4.2.3	Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт	68
4.3	Розрахунок вартості спожитої електроенергії	69
4.4	Визначення інших витрат	69

Висновок	71
Перелік використаних джерел.....	72

Вступ

У сучасних умовах зростання цін, та дедалі більшого зносу та старіння будівель, одним із основних напрямів розвитку галузі будівництва стала енергоефективність.

Енергоефективність – це галузь знань, що направлена на зменшення споживання енергії, за рахунок модернізації систем обслуговування будівлі. Поліпшення енергоефективності будівель сприятливо впливає не лише на показники затраченої енергії, а і знижує забруднення навколишнього середовища, за рахунок правильного розподілу енергії.

У сучасній Україні одні з найбільших перспектив по збереженню та ефективному перерозподілу енергії залишаються бюджетні організації. Це обумовлено застарілими засобами опалення, освітлення та ін., також відсутність системного підходу погіршує ситуацію. В першу чергу впровадити енергозбереження обумовлюється соціальною значущістю цих об'єктів. Також переоплати та неефективне використання енергії є однією з основних причин дефіциту не тільки окремих організацій, а й усього бюджету країни.

До останнього часу цю проблему обходили стороною, обмежуючись встановленням приладів обліку та контролю споживаної енергії. Ці заходи, звісно, дозволяють знизити витрати, але не призводять до підвищення енергоефективності будівель.

Одну з найбільш потенційну економічну ефективність мають будівлі навчальних закладів. З метою скорочення споживання енергоресурсів, а

також встановлення комфортних умов експлуатації будівель слід впроваджувати наступні енергозаощаджуючі заходи:

- Утеплення стін, даху, підвалів;
- Заміна світлопрозорих конструкцій;
- Підвищення теплової ізоляції трубопроводів;
- Облаштування ІТП
- Заміна освітлення на енергоефективне
- Альтернативні рішення електропостачання

Завдяки таким засобам потенціал заощадження може бути близько 50-60%!

Програма енергоефективності включає в себе комплекс з усіх засобів по зниженню енергопотреб будівлі. Тільки рішення такого типу можуть мати успіх у подальшому використанню будівель.

Використання альтернативних джерел може бути базою для подальшої модернізації. Воно характеризується комплексним рішенням:

- використанням енергії сонячного випромінювання;
- акумулюванням тепла в сезонному ґрунтовому акумуляторі;
- організації відбору тепла від зовнішнього та викидного повітря;
- рекуперації тепла в припливно-викидній системі вентиляції;

Наприклад сонячні модулі можуть розміщуватися на даху будинків, для функціонування батареї потрібні: накопичувальна батарея, регулятор заряду і розряду акумулятора, інвертор, що перетворює енергію на змінний струм.

Особливостями сонячної батареї є:

- простота, абсолютно безшумна робота,
- екологічна безпека,
- відсутність необхідності доставки та заправки палива,

- високий термін експлуатації, підходить для всіх видів приладів, що споживають електричну енергію,
- гарний вид який не буде сильно змінювати архітектуру будівлі, якщо панелі розташовані на даху.

Детальніше модернізацію за допомогою встановлення сонячних електростанцій навів у Спеціальному розділі.

Рекомендований облік обладнання яке допоможе у енергозабезпеченні:

- Теплові насоси;
- сонячні колектори для виробництва теплової енергії та підігріву води;
- котли з використанням будь-яких видів палива та енергії (за винятком природного газу);
- радіатори опалення з терморегуляторами;
- котли ІТП;
- регулятори теплового потоку за погодними умовами

Заходи з енергозабезпечення

1) Провести енергетичний аудит

Енергетичний аудит проводиться 2 рази, перший до модернізації будівлі в цілях визначення першопричин витрат енергії, виявлення переважного застосування енергії, та виявляє засоби щодо її збереження.

Другий раз аудит проводиться вже після модернізації, це робиться для того щоб оцінити наскільки прийняті заходи виявились вдалими, та ввести певні корективи в уже модернізований об'єкт.

2) Потрібні заходи

Зібравши достатню кількість матеріалів, енергоаудитор будує баланс споживання енергоресурсів, вибирає заходи, що можуть бути впроваджені та

розраховує їх ефективність. Зазвичай заходи поділяються на організаційні та швидкоокупні (до 1-2 років), заходи з середнім терміном окупності (3-6 років) та довгоокупні (більше 7 років).

Результатом стає звіт з енергаудиту, що дозволяє замовнику прийняти рішення про подальшу реконструкцію будівлі.

1 Технологічний розділ

1.1 Загальна характеристика об'єкта

Будівля Марганецької дитячо-юнацької спортивної школи №1 за адресою: Дніпропетровська обл. м. Марганець, вул. Дніпровська, буд.3а.

Існуюча будівля Марганецької дитячо-юнацької спортивної школи №1 розташована за адресою: Дніпропетровська обл., м. Марганець, вул. Дніпровська, буд. 3а.



Рисунок 1.1 – Зовнішній вигляд об'єкта розрахунку

Характеристика об'єкта:

- Будівля прямокутна в плані розмірами : 30х48 м;
- Висота , м 9,70 м, загальна площа 1100,80 кв.м;

- Кількість поверхів 1;

1.2 Основні об'ємні – планувальні показники

Будівля безкаркасна, перекриття – залізобетонні плити, покрівля суміщена рулонна. Зовнішні стіни – самонесучі в межах поверху – з силікатної цегли.

Об'ємно-планувальні показники визначаємо відповідно до вказівок [1] «Настанова з розроблення та складання енергетичного паспорта будинків при новому будівництві та реконструкції».

Таблиця 1.1 – Загальні данні

Опалювана площа будинку	F_h	865 м ²
Опалюваний об'єм будівлі	V_h	5992 м ³
Площа стін	$F_{ст}$	634 м ²
Площа світлопрозорих конструкцій	$F_{сп}$	246 м ² .
Площа зовнішніх дверей	$F_{д}$	15 м ² .
Площа покриття	$F_{пк}$	875 м ²
Площа підлоги по ґрунту	$F_{пк}$	875 м ² .
Загальна площа зовнішніх огорожувальних конструкцій	$F_{\Sigma з}$	2634,7 м ² .

1.3 Визначення теплотехнічних показників огорожувальних конструкцій

1.3.1 Зовнішні стіни

Стіни товщиною 510 та 380 мм, виконані з силікатної цегли напівсухого пресування, укладеної на цементно-піщаному розчині, утеплені мінераловатним утеплювачем «FASROCK» («FrontRock») фірми «ROCKWOOL» $\gamma=135\text{кг/м}^3$ товщиною 100 та 120 мм. Внутрішнє оздоблення – гіпсокартон, плитка керамічна.

Розрахунковий приведений опір теплопередачі по основному полю конструкції зовнішніх стін $R_0 = 3,85 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. З урахуванням теплопровідних включень віконних укосів та дюбелів фасадної системи, отримано приведений опір теплопередачі стін $3,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$, а з урахуванням решти теплопровідних включень (перекриття, кутові сполучення) отримано приведений опір теплопередачі $2,8 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

<i>Матеріал</i>	<i>товщина</i>	<i>Si</i>	<i>λi</i>	<i>Ri</i>	<i>Si*Ri</i>
<i>штукатурка</i>	<i>0,01</i>	<i>9,76</i>	<i>0,81</i>	<i>0,01</i>	<i>0,12</i>
<i>Мінеральна вата</i>	<i>0,10</i>	<i>0,65</i>	<i>0,045</i>	<i>2,22</i>	<i>1,44</i>
<i>Силікатна цегла</i>	<i>0,51</i>	<i>10,9</i>	<i>0,87</i>	<i>0,58</i>	<i>6,32</i>
<i>D</i>					<i>7,9</i>

Рисунок 1.2 - Теплова інерція зовнішніх стін згідно з ДСТУ Н Б В.2.6-190:2013

Назва шару	Товщина шару, м		Густина кг/м ³		повітропроникність однорідних ділянок, кг/(м ² *год)	
цегла силікатна	$\delta_{\text{ц}}$	0,51			$G^{\Delta P_0}_{\text{ц.кл.}}$	0,56
штукатурка (цементно-піщаний)	$\delta_{\text{ц-п}}$	0,02			$G^{\Delta P_0}_{\text{ц-п}}$	0,027
мінеральна вата (0,1м)	$\delta_{\text{мін в. 1}}$	0,15	$\rho_{\text{мін.в.}}$	135	$G^{\Delta P_0}_{\text{мін.в.}}$	22,4
	$\delta_{\text{мін в. 2}}$					
штукатурка (цементно-піщаний)	$\delta_{\text{ц-п}}$	0,01			$G^{\Delta P_0}_{\text{ц-п}}$	0,027

Рисунок 1.3 – Перевірка умов повітропроникності

1.3.2 Покриття

Підлога будівлі виконана із монолітного залізобетону та утеплена плитами з екструзійного пінополістиролу «ТЕХНОПЛЕКС 35-300», $\gamma=38\text{кг/м}^3$ шаром 50мм.

Утеплення цоколя - утеплювач екструзійний пінополістирол «ТЕХНОПЛЕКС 35- 300», $\gamma=38\text{кг/м}^3$, групи горючості Г1 з подальшим оштукатурюванням і облицюванням фасадною плиткою.

1.3.3 Підлога по ґрунту

Підлога будівлі виконана із монолітного залізобетону та утеплена плитами з екструзійного пінополістиролу «ТЕХНОПЛЕКС 35-300», $\gamma=38\text{кг/м}^3$ шаром 50мм. Утеплення цоколя - утеплювач екструзійний пінополістирол «ТЕХНОПЛЕКС 35- 300», $\gamma=38\text{кг/м}^3$, групи горючості Г1 з подальшим оштукатурюванням і облицюванням фасадною плиткою.

1.3.4 Світлопрозорі конструкції

Заповнення світових прорізів виконані з подвійного скління у металопластикових рамах із опором теплопередачі $R = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$

Двері вхідні із алюмінієвих профілів з приведеним опором теплопередачі $R_0 = 0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$.

1.4 Розрахункові кліматичні та теплоенергетичні параметри

Згідно з [1] розрахункова температура внутрішнього повітря приймається $t_B = 20 \text{ }^\circ\text{C}$, розрахункова температура зовнішнього повітря для умов м. Марганець та області $t_B = -23,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Розрахункове значення відносної вологості приміщень 50%, мінімально допустиме значення температури внутрішньої поверхні $t_{min} = 10,7 \text{ }^\circ\text{C}$.

Кількість градусо-днів опалювального періоду для I температурної зони $D_d =$ від 3001 до 3500 $^\circ\text{C}$ – днів, приймаємо 3500 $^\circ\text{C}$ – днів.

Згідно з ДБН В.2.6–31:2016[7] нормативне значення приведенного опору теплопередачі $R_d \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$, становить:

- для зовнішніх стін – $3,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$;
- для покриття – $6,00 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$;
- для перекриття над неопалювальними підвалами – $3,3 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$;
- для світлопрозорих огорожувальних конструкцій – $0,6 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.
- вхідні двері – $0,5 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

Система опалення - двотрубна, з нижнім розведенням, трубопроводи прокладені відкрито в теплоізоляції. У місцях перетину стін, перегородок трубопроводи прокладені в гільзах.

В якості нагрівальних приладів алюмінієві радіатори Faral Trio HP 500/80 з боковим підключенням і встановленням терморегуляторів, за винятком приладів, встановлених в душових і коморах.

Припливно-витяжна установка Aerostar GS-10, з високоефективним роторним теплообмінником, фільтрами, вентиляторами, випарником, нагрівачем і комплектом автоматики для здійснення повітрообміну в приміщенні спортивного залу. Ефективність установки становить 95%.

Очищене повітря в приміщення спортивного залу по системі прямокутних повітропроводів і лунає регульованими ґратами. Припливно-витяжні повітроводи всередині будівлі утеплені ізоляцією Алюфом, товщиною 8 мм, зовні базальтової ватою Lamela mat, товщиною 50мм і покриті гідроізоляцією Алюхолст. Для створення комфортних умов в літній період в приміщенні спортивного залу встановлено компресорно-конденсаторний блок з повітряним охолодженням конденсатора, марки ASYS. Інженерні системи будівлі (класифікація згідно ДСТУ Б А.2.2-8: 2010[8]).

1.5 Характеристика інженерних мереж

1.5.1 Водяна система опалення

- двотрубна система опалення з штучним спонуканням і з нижнім розведенням подавальних і зворотних магістралей в приміщеннях підвалу;
- регулювання теплоносія - в ІТП через погодні умови; • повну відповідність системи опалювальній площі будівлі; • налагодження

- системи - передбачено поповерхове балансування; • не використовуються насоси з мокрим ротором;
- регулювання періодичності зниження споживання енергії - в ІТП;
 - теплоізоляція мереж в підвальному приміщенні передбачена відповідно до нормативів.
 - регулювання температури повітря в приміщеннях - встановлені терморегулятори на опалювальних приладах;
 - температурний напір (при $t_v = 20^\circ \text{C}$) становить 50 К при температурі теплоносія 80/60 $^\circ \text{C}$;
 - радіатори встановлені на зовнішній стіні під вікнами; Характеристика автоматизації інженерних систем.

Система опалення: регульоване надходження теплової енергії в основні приміщення - місцеве автоматичне регулювання терморегуляторами на опалювальних приладах приміщення або електронне регулювання;

- регулювання розподілу і температури теплоносія в подавальному або зворотному трубопроводі - за погодними умовами;
- регулювання циркуляційних, змішувальних і циркуляційно-змішувальних насосів - частотне;
- регулювання періодичності зниження споживання - відсутнє;
- регулювання джерела енергії ;
- впорядкування джерел енергії - відсутнє, немає необхідності. Система вентиляції - припливно-витяжна з природним і механічним спонуканням;
- регулювання витрати повітря в приміщенні - за періодами часу;
- регулювання витрати повітря при його підготовці - за періодами часу;
- захист теплообмінників від перегріву і переохолодження - є регулювання.

1.6 Класи ефективності АМУБ

Регулювання надходження теплової енергії до приміщення визначається за температурою в приміщенні - С.

Регулювання розподілення за температурою теплоносія у подавальному або зворотному трубопроводі – С (автоматично ІТП).

Регулювання циркуляційних, змішувальних та циркуляційнозмішувальних насосів – С (двопозиційне регулювання).

Регулювання періодичності зниження споживання енергії системою та/або розподілення теплоносія – С (автоматично в ІТП)

Регулювання джерела енергії – С (якісне).

1.6.1 Вентиляція

Регулювання витрати повітря у приміщенні – С.

Регулювання витрати повітря у приміщенні (санвузли) – С.

Регулювання витрати повітря при його підготовці – С (наявне).

Захист теплообмінників від переохолодження – С (наявне).

Захист теплообмінників від перегрівання – С (наявне).

Використання повітря з низькою температурою (у системах з механічним спонуканням) – С (відсутнє).

Регулювання температури припливного повітря – С (наявне).

Регулювання вологості – С (наявне).

1.6.2 Освітлення

Регулювання за присутністю людей у приміщенні – С (вручну).

Регулювання зовнішнього освітлення – С (відсутнє, немає необхідності).

1.7 Енергоспоживання будівлі

- Енергоспоживання системи опалення 136100 кВт*год;
- Енергоспоживання системи вентиляції 24290 кВт*год;
- Енергоспоживання системи гарячого водопостачання 69192 кВт*год;
- Енергоспоживання системи освітлення 15552 кВт*год.

2 Спеціальний розділ

2.1 ЕНЕРГОПОТРЕБА ДЛЯ ОПАЛЕННЯ ТА ОХОЛОДЖЕННЯ БУДІВЛІ

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця енергопотребу для опалення $Q_{H,nd}$. Вт*год, за умови постійного опалення, розраховують за формулою:

$$Q_{H,nd} = Q_{H,nd,count} = Q_{H,ht} - \eta_{H,hn} Q_{H,gn}$$

де $Q_{H,nd,count}$ - енергопотреба для постійного опалення будівлі, Вт год, повинна бути більше чи дорівнювати 0;

$Q_{H,ht}$ - сумарна теплопередача в режимі опалення, Вт год.

$Q_{H,gn}$ - сумарні теплонадходження в режимі опалення, Вт год.

$\eta_{H,hn}$ - безрозмірний коефіцієнт використання надходжень.

2.1.1 Сумарна теплопередача та теплові надходження

Для кожної зони будівлі та для кожного місяця сумарну теплопередачу, Q_{ht} , Вт год, ($Q_{H,ht}$ - для режиму опалення, $Q_{C,tr}$ ~ для режиму охолодження) визначають за формулою:

$$Q_{ht} = Q_{tr} + Q_{ve}$$

де Q_{tr} - сумарна теплопередача трансмісією, Вт год.

Q_{ve} - сумарна теплопередача вентиляцією, Вт год.

Сумарні теплові надходження, Q_{gn} , Вт год, ($Q_{H,gn}$ - для режиму опалення, $Q_{C,gn}$ ~ для режиму охолодження) для кожної зони будівлі для кожного місяця визначають за формулою:

$$Q_{gn} = Q_{int} + Q_{sol}$$

де Q_{int} - сума внутрішніх теплонадходжень протягом даного періоду, Вт год, визначена згідно з розділом 10 ДСТУ Б А.2.2-12:2015[1]

Q_{sol} - сума сонячних теплонадходжень протягом даного періоду, Вт год.

2.1.2 Теплопередача трансмісією

Сумарна теплопередача трансмісією через зону будівлі

Сумарну теплопередачу трансмісією Q_{tr} , Вт год, розраховують для кожного місяця та для кожної зони за формулами:

- для опалення:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,H} - \theta_c) t$$

- для охолодження:

$$Q_{tr} = H_{tr,adj}(\theta_{int,set,C} - \theta_c) t$$

де $H_{tr,adj}$ - загальний коефіцієнт теплопередачі трансмісією зони, Вт/К, встановлений для різниці температур всередині-ззовні, визначений згідно з 8.2 [1]

$\theta_{int,set,H}$ - задана температура зони будівлі для опалення, °С, визначена згідно з розділом 13[1];

$\theta_{int,set,C}$ - задана температура зони будівлі для охолодження, °С, визначена згідно з розділом 13[1];

θ_c - середньомісячна температура зовнішнього середовища, °С, визначена згідно з додатком А[1]; t - тривалість місяця для якого проводиться розрахунок, год, визначена згідно з додатком А[1].

2.1.3 Узагальнені коефіцієнти теплопередачі трансмісією

Значення загального коефіцієнта теплопередачі трансмісією $H_{tr,adj}$, Вт/К, повинно бути розраховане згідно з за формулою[1]:

$$H_{tr,adj} = H_D + H_g + H_U + H_A$$

де H_D - безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до зовнішнього середовища, Вт/К;

H_g - стаціонарний узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до ґрунту, Вт/К;

H_U - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією через некондиціоновані об'єми, Вт/К;

H_A - узагальнений коефіцієнт теплопередачі трансмісією до суміжних будівель, Вт/К.

В загальному випадку H_x , що відображає H_D , H_g , H_U або H_A , складається з трьох доданків та розраховується за формулою[1]:

$$H_x = b_{tr.x} \sum_i A_i U_i$$

де A_i - площа і-го елемента оболонки будівлі, м²;

U_i - приведений коефіцієнт теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, Вт/(м² К). що становить $U_i = 1 / R_{pi}$;

R_{pi} - приведений опір теплопередачі і-го елемента оболонки будівлі, м² К/Вт, що для непрозорих елементів визначають згідно з ДСТУ Б В.2.6-189. Для світлопрозорих елементів приймається за відповідними стандартами;

$b_{tr.x}$ - поправочний коефіцієнт

$b_{tr.x} = 1$ - при розрахунках H_D ;

$b_{tr.x} = 1$ при розрахунках $H_g H_U H_A$

Узагальнений коефіцієнт теплопередачі, що враховує теплопередачу трансмісією та вентиляцією, між кондиціонованим об'ємом/зоною та зовнішнім середовищем через не кондиціонований об'єм/приміщення оранжерейного типу розраховують за формулою:

$$H_U = H_{iu} b_U$$

де H_{iu} - безпосередній узагальнений коефіцієнт теплопередачі між кондиціонованим об'ємом/ зоною та некондиціонованим об'ємом/приміщенням оранжерейного типу, Вт/К, визначають згідно з формулою.

2.1.4 Внутрішні теплонадходження

Внутрішні теплонадходження включають:

- метаболічну теплоту від людей та розсіяну теплоту від обладнання;
- теплоту, розсіяну від освітлювальних приладів;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами гарячої і водопровідної води та каналізації;
- теплоту, розсіяну від або поглинуту системами опалення, охолодження та вентиляції;
- теплоту від або до процесів та продукції.

Теплонадходження від внутрішніх теплових джерел у зоні будівлі, що розглядається, Q_{int} , Вт год, для визначеного місяця розраховують за формулою[1]:

$$Q_{int} = \left(\sum_k \Phi_{int,mn,k} A_f \right) t ,$$

де $\Phi_{int,mn,k} A_f$ - усереднений за часом тепловий потік від k-го внутрішнього джерела, Вт/м²;

A_f - кондиціонована площа зони будівлі, м²;

t - тривалість періоду використання, виражена у годинах на місяць.

2.1.5 Сонячні теплонадходження

Джерелом теплових надходжень від сонця є сонячна радіація, режим якої характерний у даній місцевості, та визначається орієнтацією сприймаючих поверхонь, постійним чи рухомим затіненням, пропусканням та поглинанням сонячної енергії й характеристиками теплопередачі сприймаючих поверхонь. Коефіцієнт, що включає характеристики та площу сприймаючих поверхонь (включно з впливом затінення), називається еквівалентною площею інсоляції.

Теплонадходження від сонця до зони будівлі, що розглядається, для кожного місяця Q_{sol} , Вт год. розраховують за формулою[1]:

$$Q_{sol} = \left(\sum_k \Phi_{sol,mn,k} \right) t ,$$

де $\Phi_{sol,mn,k}$ - усереднений за часом тепловий потік від k-го джерела сонячного випромінювання, Вт, визначений згідно з 1.1.3;

t - тривалість місяця, що розглядається, виражена у годинах, приймають згідно з додатком А.

2.1.6 Теплове випромінювання в атмосферу

Додатковий тепловий потік за рахунок теплового випромінювання в атмосферу для відповідного елемента оболонки будівлі Φ_r , Вт, визначають за формулою[1]:

$$\Phi_r = R_{se} \cdot U_c \cdot A_c \cdot h_r \cdot \Delta\theta_{er} ,$$

де R_{se} -тепловий зовнішній поверхневий опір непрозорої частини, м² К/Вт, приймають 0,043 м² К/Вт;

U_c - коефіцієнт теплопередачі непрозорої частини, Вт/(м² • К);

A_c - площа проекції елемента, м²;

h_r - коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні, Вт/(м² • К);

θ_{er} - середня різниця між температурою зовнішнього повітря та уявною температурою атмосфери, °С, для помірних широт приймають = 11 К

Коефіцієнт теплопередачі випромінюванням зовнішньої поверхні h_r , Вт/(м² К), може бути наближено розрахований за формулою:

$$h_r = 4\varepsilon\sigma(\theta_{ss} + 273)^3 ,$$

де ε - коефіцієнт теплового випромінювання зовнішньою поверхнею огороження, приймають згідно з таблицею 10 або за довідковими даними залежно від її типу;

σ - стала Стефана-Больцмана: = $5,67 \cdot 10^{-8}$ Вт/(м² • К⁴);

θ_{ss} - середньоарифметичне значення поверхневої температури та температури атмосферное.

2.1.7 Визначення питомого енергоспоживання при постачанні гарячої води

Питоме споживання енергії при постачанні гарячої води ($EP_{dhw,use}$),

кВтггод/м² [кВтггод/м³], розраховується за формулами[1]:

для громадських будівель:

$$EP_{DHW,use} = Q_{DHW,use} / V$$

де $Q_{DHW,use}$ - річне енергоспоживання будівлею при постачанні гарячої води, кВтггод, розраховується за формулою 28[1];

A_f , V - кондиціонована (опалювана) площа для житлової будівлі, м², та кондиціонований об'єм для громадської будівлі (або її частини), м³, що визначаються в порядку, наведеному у пункті 8 розділу III [1].

Річне енергоспоживання при постачанні гарячої води ($Q_{DHW,use}$), кВтггод, розраховується за формулою[1]:

$$Q_{DHW,use} = (Q_{DHW,nd} + Q_{W,dis,ls} + Q_{W,dis,ls,col,m} + Q_{W,em,l}) / h_{gen}$$

де $Q_{DHW,nd}$ - енергопотреби гарячого водопостачання, кВтггод, розраховується за формулою 29[1];

$Q_{W,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води, кВтггод, визначається згідно з пунктом 5 [1];

$Q_{W,dis,ls,col,m}$ - річні тепловтрати циркуляційного контуру постачання гарячої води, кВтггод, визначається згідно з пунктом 6 цього розділу[1];

$Q_{w,em,l}$ - тепловтрати використаної води при водорозборі, кВт*год, визначається згідно з пунктом 7 цього розділу[1], при цьому період постачання гарячої води (години), встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;

h_{gen} - ефективність підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти визначається згідно з додатком 1[1] до цієї Методики. При цьому за наявності джерела теплопостачання з показником ефективності, що встановлений при виявленні фактичного стану будівлі та є відмінним від показника, визначеного у додатку 1[1] до цієї Методики, приймається значення, визначене при виявленні фактичного стану будівлі.

Енергопотреба для гарячого водопостачання ($Q_{DHW,nd}$), кВт*год, розраховуються за формулою[1]:

$$Q_{DHW,nd} = c_w \cdot V_w \cdot (q_{w,del} - q_{w,0}) \cdot a_x$$

де c_w - питома теплоємність води, (кДж/кг · °С);

V_w - річний обсяг споживання води, (кг), розраховується за формулою (30);

$q_{w,del}$ - встановлена температура подачі гарячої води, °С;

$q_{w,0}$ - середня річна температура холодної води, яку приймають рівною 10° С;

a_x - коефіцієнт переведення, кДж, в кВт*год, який приймають рівним $0,278 \cdot 10^{-3}$ (кВт*год/кДж);

Річний обсяг споживання гарячої води, (V_w), кг, розраховується за формулою

$$V_w = q_w \cdot n_m \cdot n_d \cdot r_w \cdot 10^{-3}$$

де q_w - середня за рік добова витрата води, (л/добу), яка визначається згідно Таблиць А.1 та А.2 ДБН В.2.5.-64:2012[2] "Внутрішній водопровід та каналізація. Частина І. Проектування. Частина ІІ. Будівництво" (далі - ДБН В.2.5.-64) або розрахунковим шляхом, враховуючи фактичний обсяг споживання гарячої води, відповідно до показників вузла комерційного

обліку, без врахування поставленої гарячої води для потреб басейнів (за наявності);

n_m - кількість розрахункових одиниць споживання гарячої води, вид яких визначається згідно Таблиць А.1 та А.2 [2], а кількість - згідно з фактичними значеннями;

n_o - кількість діб роботи системи гарячого водопостачання (діб);

r_w - густина води за нормальних умов (кг/м^3).

Річні тепловтрати підсистеми розподілення постачання гарячої води $Q_{W,dis,ls}$, кВттгод, розраховується за формулою[2]:

$$Q_{W,dis,ls} = e Y_{W,j} L_{W,j} (q_{W,dis,avg,j} - q_{amb,j}) t_w / 1000$$

де $Q_{W,dis,ls}$ - річні тепловтрати підсистеми розподілення ГВП, кВттгод;

$Y_{W,j}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(мК) , визначається згідно з додатком 2 [1];

$L_{W,j}$ - довжина секції трубопроводу, м;

$q_{W,dis,avg,j}$ - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, $^{\circ}\text{C}$;

$q_{amb,j}$ - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, $^{\circ}\text{C}$;

t_w - період користування ГВП (години/рік), що встановлюється при виявленні фактичного стану будівлі;

j - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами. Тепловтрати необхідно розраховувати окремо для трубопроводів, що знаходяться в неопалюваних об'ємах та опалюваних об'ємах будівлі.

Річні тепловтрати циркуляційного контуру постачання гарячої води $Q_{W,dis,ls,col,m}$, кВттгод, розраховується за формулою

$$Q_{W,dis,ls,col,m} = Q_{W,dis,ls,col,on} + Q_{W,dis,ls,col,off},$$

де $Q_{W,dis,ls,col,on}$ - тепловтрати трубопроводів протягом періодів циркуляції, кВтґгод, визначають за формулою 33[1];

$Q_{W,dis,ls,col,off}$ - тепловтрати трубопроводів протягом періодів відсутності циркуляції, кВтґгод, визначають за формулою[1]:

$$Q_{W,dis,ls,col,on} = eY_{W,i} * L_{W,i} * (q_{W,dis,avg,i} - q_{amb,i}) * t_{w,on,i} / 1000$$

$$Q_{W,dis,ls,col,off} = er_w * c_w * V_{W,dis,i} * (q_{W,dis,avg,i} - q_{amb,i}) * n_{norm} / 1000$$

де $Y_{W,i}$ - лінійний коефіцієнт теплопередачі трубопроводу, Вт/(мґК), визначається згідно з додатком 2 [1];

$L_{W,i}$ - довжина секції трубопроводу, м;

$q_{W,dis,avg,i}$ - середня температура гарячої води у секції трубопроводу, °С;

$q_{amb,i}$ - середня температура середовища навколо секції трубопроводу або температура опалюваного чи неопалюваного приміщення, °С;

$r_w \cdot c_w$ - теплоємність води, приймають 1150 Втґгод/(м³ ґ К);

$V_{W,dis,i}$ - об'єм води, що міститься в секції трубопроводу, м³, визначений за допомогою значень довжини та діаметру трубопроводу;

$t_{w,on,i}$ - період циркуляції, години/рік; за відсутності точних даних приймають $t_{w,on} = 8760$ годин;

n_{norm} - кількість робочих циклів циркуляційного насоса протягом року; за відсутності точних даних приймають $n_{norm} = 1 - 2$ цикли в день;

j - індекс, що позначає трубопроводи з однаковими граничними умовами.

Тепловтрати використаної води при водорозборі $Q_{W,em,l}$ кВтґгод, розраховується за формулою[1]:

$$Q_{W,em,ls} = Q_W * h_{eq}/100$$

де Q_W - річні енергопотреби ГВП, кВтггод, визначені згідно з пунктом 3 цього розділу;

h_{eq} - еквівалент збільшення, що враховує тепловтрати використаної води при водорозборі, приймають згідно з даними тепловтрат використаної води при водорозборі у будівлях без циркуляційного контуру, наведених у додатку 7[1].

8. Регулярні тепловтрати з секцій трубопроводу, розміщених в опалюваних приміщеннях, утилізуються у вигляді опалення приміщення під час опалювального періоду. Частина таких втрат може бути утилізована і здійснити внесок у нагрівання приміщення.

Утилізаційні регулярні тепловтрати, кВтггод, виражають часткою тепловтрат у підсистемі розподілення ГВП з трубопроводів, що знаходяться в опалюваних приміщеннях, та часткою додаткового енергоспоживання при розподіленні за формулою

$$Q_{W,dis,rbl} = Q_{W,dis,ls} * f_{W,dis,ls,rbl} + W_{W,dis,aux} * f_{W,dis,aux,rbl}$$

де $f_{W,dis,ls,rbl}$ - частка тепловтрат в підсистемі розподілення ГВП, що можуть бути утилізовані для підвищення температури приміщення;

$f_{W,dis,aux,rbl}$ - частка додаткового енергоспоживання при розподіленні, що може бути утилізована для опалення приміщення.

Частки залежать від тривалості опалювального періоду та місця розташування насоса. Для спрощення приймають, що 50 % утилізаційних тепловтрат протягом опалювального періоду може бути утилізовано в підсистемі розподілення ГВП та, що утилізується 80 % додаткової енергії.

2.1.8 Енергоспоживання при освітленні

Річний обсяг енергоспоживання при освітленні W , кВт год, розраховують за формулою:

$$W = W_L + W_P,$$

де W_L - енергія, необхідна для виконання функції штучного освітлення в будівлі, кВт год;

W_P - паразитна енергія, що необхідна для забезпечення заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення та енергія для управління/регулювання освітленням в будівлі, кВт год.

Значення W_L розраховують за формулою:

$$W_L = (P_N \cdot F_C) \cdot \{(t_D \cdot F_0 \cdot F_D) + (t_N \cdot F_0)\} \cdot A_f / 1000,$$

де P_N - питома потужність встановленого штучного освітлення в будівлі, Вт/м²;

F_C - постійний коефіцієнт яскравості, що відноситься до використання навантаження встановленого освітлення при функціонуєчому контролі сталої освітленості зони, приймають згідно з таблицею 36[1];

F_0 - коефіцієнт використання освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до періоду використання зони, приймають згідно з таблицею 36[1];

F_D - коефіцієнт природного освітлення, є відношенням використання загальної встановленої потужності штучного освітлення до наявного природного освітлення зони, приймають згідно з таблицею 36[1];

t_D - час використання природного освітлення протягом року, год, приймають згідно з таблицею 36[1];

t_N - час використання штучного освітлення протягом року, год, приймають згідно з таблицею 36[1];

A_f - кондиціонована площа будівлі, м², визначена згідно з 6.4[1].

Значення W_P розраховують за формулою:

$$W_P = (P_{em} + P_{pc}) \cdot A_f,$$

де P_{em} - загальна встановлена питома потужність заряду акумуляторів світильників аварійного освітлення, кВт - год/м², приймають згідно з таблицею 36[1];

P_{pc} - загальна встановлена питома потужність усіх систем управління приладами освітлення зони в час, коли лампи не використовують, кВт - год/м², приймають згідно з таблицею 36[1];

A_f - кондиціонована площа будівлі, м², визначена згідно з 6.4[1].

2.1.9 Загальне енергоспоживання систем вентиляції

Місячну енергопотребу на зволоження вентиляційного повітря, Вт - год, розраховують за формулою:

$$Q_{H,hum,nd} = \sum_{i=1}^N \left(\sum_{j=1}^{24} f_{ve,j,k} 0,83 q_{vhum,j} (x_{sethum} - x_1) \right),$$

де $f_{ve,j,k} \sim$ частка функціонування, за конкретну у'-ту годину (від 1 до 24) і-го дня (від 1 до 31) місяця (якщо система функціонує, $f_{ve,j,k} = 1$, і якщо система не функціонує, $f_{ve,j,k} = 0$);

$q_{vhum,j}$ - об'єм повітряного потоку через зволожувач, м³/год;

x_1 - абсолютний вологовміст повітря перед зволожувачем, г/кг; приймають середньомісячне значення згідно з додатком А[1];

x_{sethum} - абсолютний вологовміст повітря після зволожувача (задана вологість), г/кг; визна чають за даними заданої температури та відносної вологості приміщення;

$y = 1$ до 24 - крок розрахунку в годинах;

$i = 1$ до N - крок розрахунку в добах ($N = 31$ для січня)

2.1.10 Сумарне енергоспоживання системами опалення, охолодження та вентиляції

Споживання теплової енергії при опаленні

Споживання теплової енергії при опаленні приміщень визначають за формулою:

$$Q_{H,use,i} = Q_{H,gen,out,i} + Q_{H,gen,ls,i}$$

де $Q_{H,gen,out,i}$ - енергія виходу з підсистеми виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж i -го місяця, Вт-год, визначена згідно з 15.6.1[1].

$Q_{H,gen,ls,i}$ - загальні тепловтрати підсистем виробництва/генерування та акумулювання теплоти упродовж i -го місяця, Вт-год, визначені згідно з 15.6.2[1].

Річне споживання теплової енергії при опаленні, кВт год, розраховують шляхом підсумовування розрахованого місячного енергоспоживання за формулою:

$$Q_{H,use,an} = \sum_i Q_{H,use,i} / 1000 .$$

Додаткова енергія для опалення

Річну кількість додаткової енергії для опалення, кВт год, розраховують за формулою:

$$W_{H,aux,an} = \sum_i W_{H,em,aux,i} / 1000 + W_{H,dis,aux,an} ,$$

де $W_{H,em,aux,i}$ -додаткова енергія для підсистеми тепловіддачі/виділення упродовж і-го місяця, Вт-год, визначена згідно з 15.4.3[1];

$W_{H,dis,aux,an}$ - додаткова енергія за рік системи розподілення, кВт • год, визначена згідно з 15.5.4[1].

2.2 Фотоелектричні станції (ФЕС)

Розрахунок і планування фотоелектричних установок з оформленням Зеленого тарифу відбувається на підставі існуючого законодавства, технічних норм, поточного проекту будинку. Основним вимога для таких сонячних установок є наявність мережі і прямого договору з постачальником електроенергії. Далі наведено основні дані для розрахунку мережевий сонячної електростанції:



Рисунок 1 Дахова мережева ФЕС (загальний вигляд)

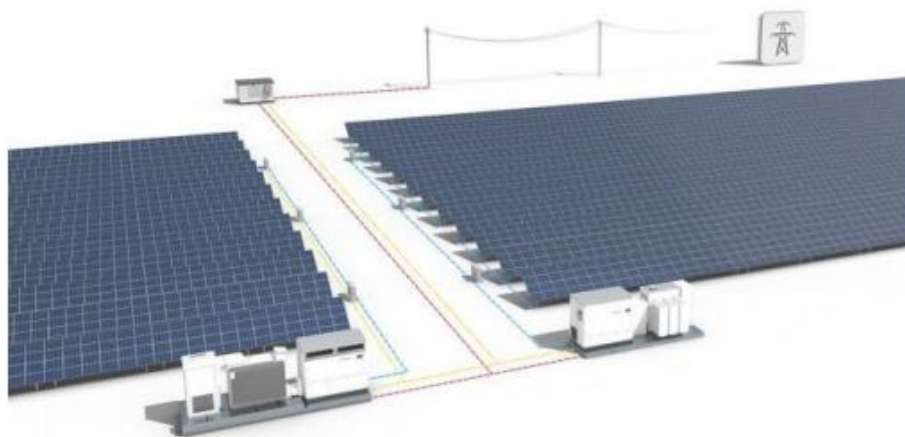


Рисунок 2 – Наземна промислова мережева ФЕС (загальний вигляд)

У нашому випадку обираємо дахову мережу ФЕС, для економії площі станції.

Максимальна потужність приватних електростанції 30 кВт.

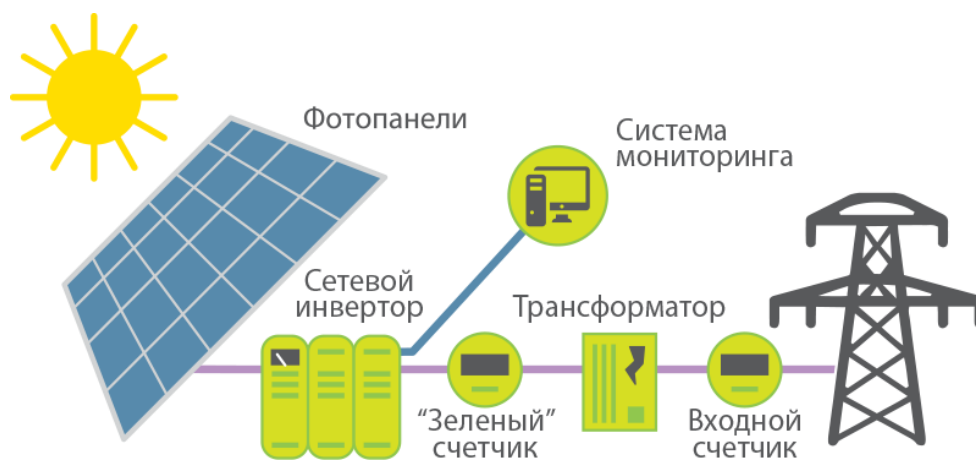


Рисунок 3 – Принципова схема приватної мережевої ФЕС

Таблиця 1 - Вхідні данні

Вихідні дані	
Тип станції	Мережева приватна
Регіон країни, місто	Дніпро
Орієнтація покрівлі	ПД
Потужність станції, кВт	10
Потужність фотомодулів, Вт	Вибір
Власне електроспоживання, кВтгод (зима)	17168
Власне електроспоживання, кВтгод (літо)	12008

Приватні ФЕС.

• Тарифна ставка – **0,18 EUR** за 1 кВт·год для **приватних** станцій побудованих в 2020 р.

- Тарифна ставка для **дахових** станцій - **0,17 EUR** за 1 кВт·год для станцій побудованих в 2020 р., з ПДВ.

2.3 Розрахунок продуктивності ФЕС

Точні розрахунки та інжиніринг систем енергопостачання з відновлювальними джерелами енергії є запорукою їх продуктивної та безаварійної експлуатації, істотної економії ресурсів і мінімізації зовнішнього енергоспоживання. Для правильного розрахунку таких систем енергопостачання і обліку різних параметрів, що впливають на їх продуктивність, використовуються спеціальні програми, автокалькулятори і статистичні метеодані - сонячна інсоляція, швидкість вітру, температура та інші умови. Не існує єдиного підходу до розрахунку всіх типів систем, тому виділимо основні параметри.

Кут нахилу панелей.

Кут нахилу розраховується за наступною формулою:

$$\text{Кут нахилу панелі} = \text{широта} * 0,76 + 3,1^{\circ}.$$

Якщо є можливість двічі на рік змінювати кут нахилу сонячних панелей (з "літнього" на "зимовий"), то взимку потрібно додати 10-15 градусів, а влітку потрібно відняти 10-15 градусів від отриманого значення.

Координати місця встановлення ФЕС можуть бути визначені з онлайн-карт або прийняті з таблиці 1 для обласних центрів та деяких міст України.[4]

Таблиця 2 – Координати обласних центрів України

Місто	Широта	Довгота
Бориспіль	50° 21' пн.ш.	30° 57' сх.д.
Вінниця	49° 14' пн.ш.	28° 29' сх.д.
Дніпро	48° 27' пн.ш.	34° 59' сх.д.
Житомир	50° 16' пн.ш.	28° 40' сх.д.
Запоріжжя	47° 50' пн.ш.	35° 10' сх.д.
Івано-Франківськ	48° 55' пн.ш.	24° 43' сх.д.
Київ	48° 18' пн.ш.	25° 56' сх.д.
Кропивницький	48° 30' пн.ш.	32° 18' сх.д.

Орієнтація за сторонами світу.

Визначення поправочного коефіцієнту K_w при орієнтації панелей за сторонами світу.

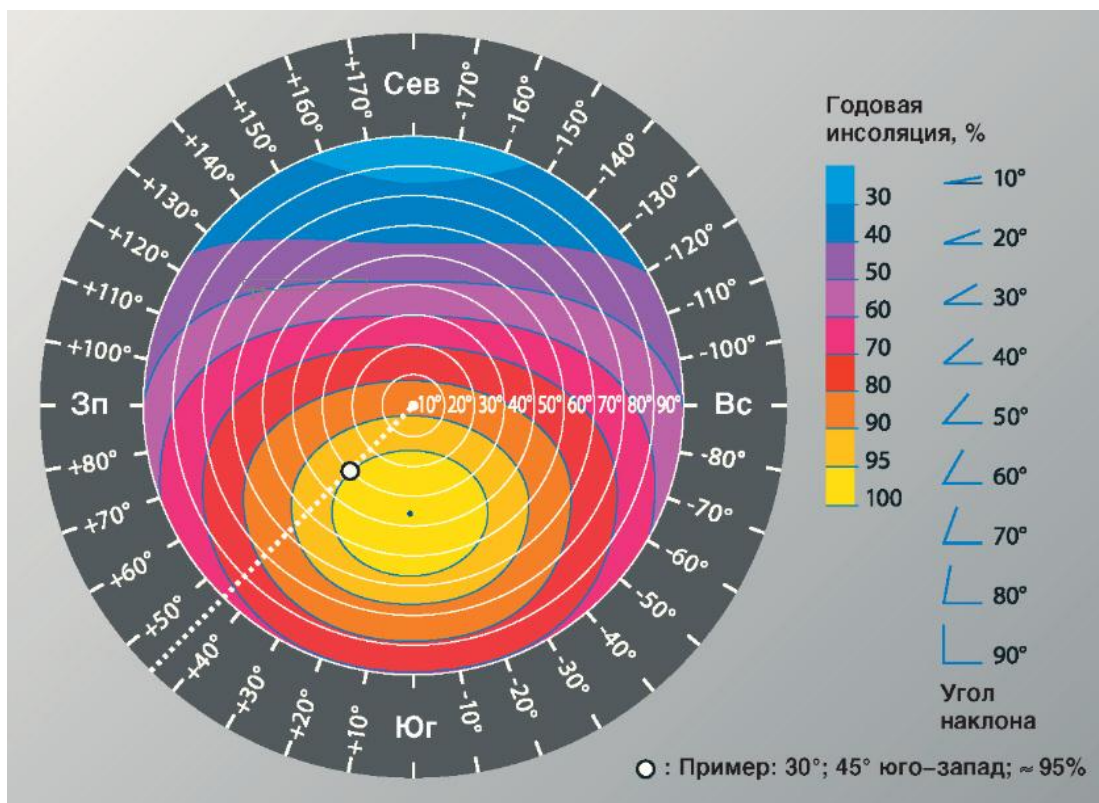


Рисунок 4 – Визначення поправочного коефіцієнта на розташування сонячних фотомодулів

За широтою місцевості і орієнтацією панелей за сторонами світу за оптимального кута нахилу знаходиться поправочний коефіцієнт K_w .

Наприклад для Дніпра: широта місцевості становить $48^{\circ} 27'$ пн.ш., кут нахилу панелей – $39,8^{\circ}$, орієнтація на ПД – $K_w = 1$; ПД-СХ – $K_w = 0,95$. [4]

Номінальні параметри ФЕС

STC (StandardTestConditions), що визначає стандартні тестові умови:

- рівень інсоляції повинен бути 1000 Вт на м²;
- температура сонячного модуля – 25°C;
- спектр випромінювання повинен відповідати відносній масі атмосфери 1,5;
- швидкість вітру 0 м/с.[4]

Це відповідає орієнтації панелей на південь під кутом до горизонту в 37 ° і модулює наближені до весняних умов роботи модуля, на який сонячні промені опівдні падають перпендикулярно поверхні.

На практиці це означає, що тільки деколи фотопанелі зможуть видавати заявлену виробником потужність, вираховану за стандартом STC. Будь-яке відхилення від стандарту, наприклад, кута падіння сонячних променів або температури модуля буде призводити до зниження фактично вироблюваної потужності.[4]

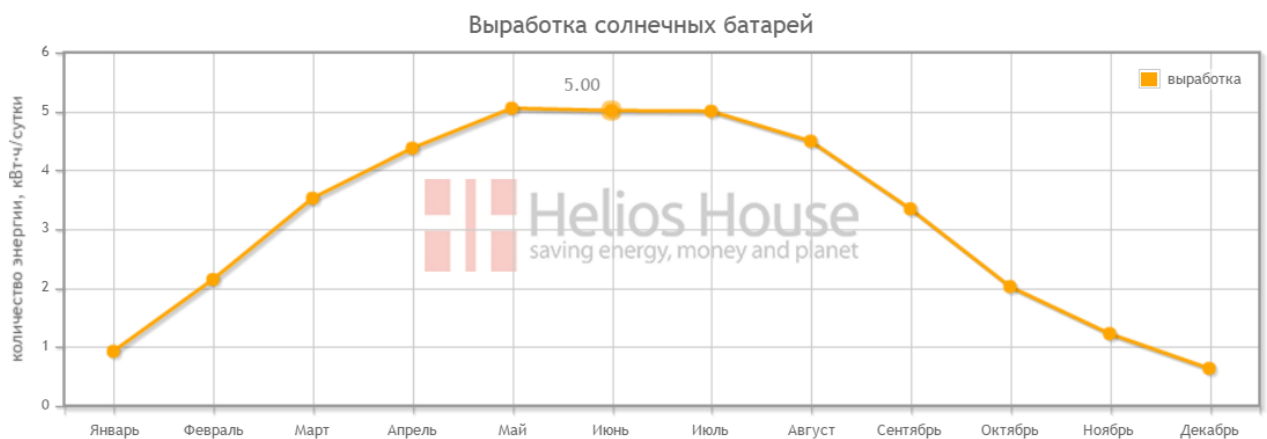


Рисунок 5 Вироблення електроенергії ФЕС з 1 м² площі

Наприклад, в сонячний зимовий день фотомодуль може видати потужність, яка навіть перевищує номінальну. Так само, необхідно враховувати відомий рівень деградації панелей (20% за 25 років).

NOCT (Nominal Operating Cell Temperature) - температура модуля при типових умовах експлуатації, яка стало однією з основних характеристик панелей.

NOCT визначається за таких умов[4]:

- інсоляція 800 Вт/м^2 ;
- температура повітря 20°C ;
- орієнтації модуля на ПД.

Чим нижче NOCT панелі, тим краще вона буде працювати. Залежно від використовуваних матеріалів і якості монтажу, температура модуля може бути на $15\text{-}30^\circ\text{C}$ вище температури навколишнього середовища. Чим вище це значення, тим більше енергії буде втрачатися.

Завжди потрібно звертати увагу на параметр NOCT при виборі фотомодуля - у якісного виробника він не перевищує 47°C . Так само, дуже важливо знати, що NOCT має на увазі відкриту задню поверхню модуля для можливості природного охолодження, ось чому необхідно при монтажі завжди залишати зазор між панелями і покрівлею. В іншому випадку, панелі перегріються і їх коефіцієнт корисної дії впаде.

За допомогою NOCT можна перерахувати потужність, заявлену в стандарті STC на більш реалістичний PTC (Photovoltaics Test Conditions), який враховує вже не температуру самого сонячного елемента, а температуру навколишнього середовища.

Очікувана температура модуля обчислюється з NOCT за формулою:

$$T_{\text{PTC}} = 20 + 1,389 \cdot (\text{NOCT} - 20) \cdot (0,9 - \eta_{\text{фем}})$$

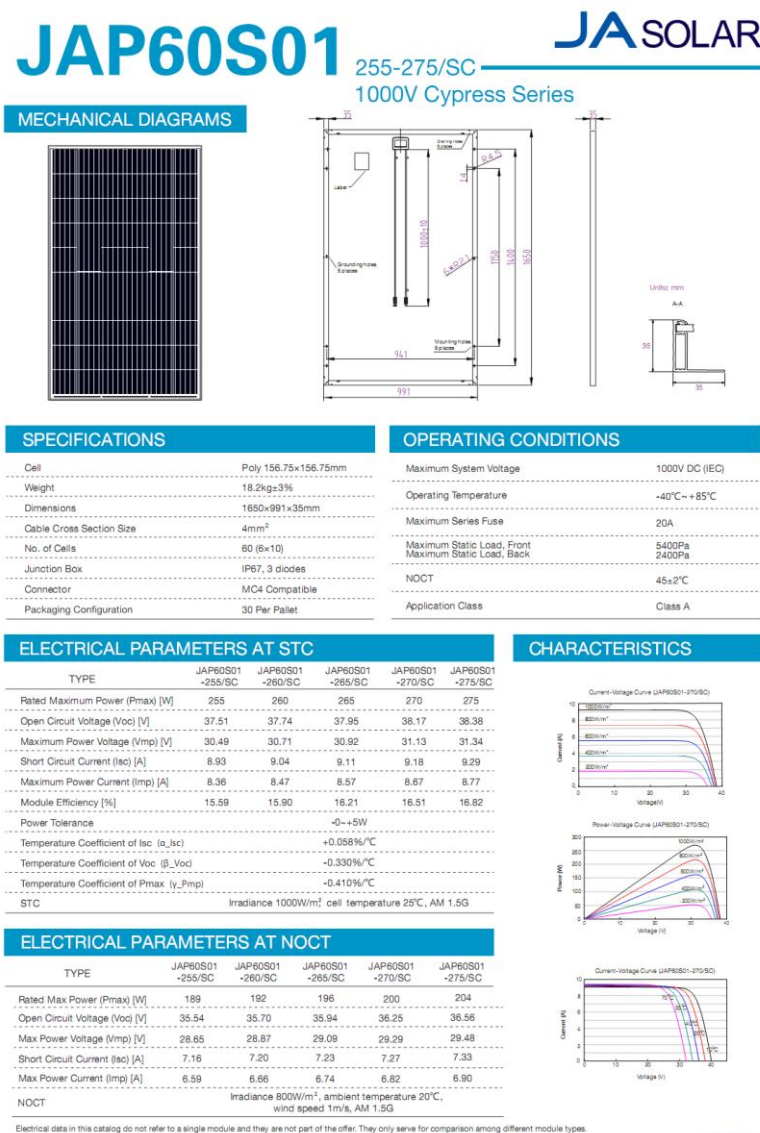
Значення $(0,9 - \eta_{\text{фем}})$ відображає частку сонячної енергії, що досягає модуля і перетворюється в тепло. Передбачається, що 10% енергії відбивається. Частина енергії перетворюється в електрику - це корисна енергія модуля, ККД, відсоток якого вказано в технічних характеристиках.

Якщо температура елемента для умов РТС визначена, то можна обчислити потужність по РТС з потужності STC за допомогою температурного коефіцієнта (зазначеного в технічних характеристиках) потужності (C_T):

$$P_{\text{PТС}} = P_{\text{STC}} \cdot [1 - C_T (T_{\text{PТС}} - 25^{\circ}\text{C})]$$

Оптимальним є значення співвідношення $P_{\text{PТС}} / P_{\text{STC}}$, що перевищує 88%. Якщо при перерахунку потужності на більш реальний стандарт панель втрачає понад 12% енергії, то її виробника можна вважати недобросовісним і використовувати такі панелі не рекомендується.

Наприклад, будемо приймати якісні фотоелектричні модулі виробництва JA Solar (TIER-1), які мають характеристики[5]:



- сертифікована STC-потужність 275 Вт;
- NOCT = 45 ° C;
- ККД $\eta_{\text{фем}} = 16,83\%$;
- температурний коефіцієнт потужності $C_T = 0,41\% / ^\circ\text{C}$ (0,0041 в.о.)[5].

Підставивши значення в формули, можна легко підрахувати, що:

$$T_{\text{PTC}} = 20 + 1,389 \cdot (45 - 20) \cdot (0,9 - 0,1683) = 45,41 ^\circ\text{C}$$

$$P_{\text{PTC}} = 275 \cdot (1 - 0,0041 \cdot (45,41 - 25)) = 252 \text{ Вт}$$

Це складає $P_{\text{PTC}} / P_{\text{STC}} = 91,63\%$ від номіналу.

2.2.1 Середні показники потрапляння електроенергії для м. Дніпро на 1 м² площі:

Середньорічне потрапляння сонячної енергії за добу:

$$W_{\text{ср.доб}} = 3,36 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

Сумарне потрапляння сонячної енергії (інсоляція) за рік на 1 м² площі:

$$W_{\text{річ}} = W_{\text{ср.доб}} \cdot 365 = 3,36 \cdot 365 = 1226,4 \text{ кВт} \cdot \text{год} / \text{м}^2.$$

1. Наведені вище цифри – це теоретично можливі показники «зняття» енергії сонячного випромінювання з 1 м^2 площі, якщо вся енергія буде поглинута.

2. В дійсності, лише частина енергії поглинається і перетворюється в електричну, що відповідає ККД фотоелектричних модулів, який знаходиться переважно в межах 16-20% для найбільш розповсюджених типів монокристалічних і полікристалічних панелей.

Тобто 1 м^2 фотоелектричного модуля при своєму ККД (для нашого прикладу з $\eta_{\text{фем}} = 16,83\%$) зможе за рік виробити електричної енергії для географічного поясу м. Дніпра:

$$W_{\text{ср.доб.фем}} = W_{\text{ср.доб}} \cdot \eta_{\text{фем}} \cdot S_{\text{фем}} = 3,36 \cdot 0,1683 \cdot 1,635 = 0,92 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

за добу (в середньому протягом року)

$$\text{де } S_{\text{фем}} = 1,635 \text{ м}^2$$

площа фотоелектричного модуля (панелі)

$$W_{\text{річ.фем}} = W_{\text{доб.фем}} \cdot 365 = 0,92 \cdot 365 = 335,8 \text{ кВт} \cdot \text{год}$$

за рік (виробництво електричної енергії 1 ФЕМ типу JAP60S01-275 за рік).

1. У наведених вище розрахунка керувалися середньорічними показниками для отримання загального розуміння. Проте, в реальності сонячна активність протягом року є різною, залежно від сезону. Тому, для розрахунків завдання необхідно проводити аналогічні розрахунки для кожного окремого місяця.
2. Вели розрахунок для 1 ФЕМ та його характеристик. Для отримання результатів в цілому по станції потрібно у відповідних формулах врахувати кількість таких модулів, які сформують загальну площу поверхні станції, що перетворюватиме енергію сонячного випромінювання в електричну!!!

2.2.2 Розраховуємо ФЕС на криші будівлі Марганецької дитячо-юнацької спортивної школи №1

Попередньо обчислюємо кількість панелей, площа даху на якому будем встановлювати електростанцію $25 \cdot 35 \text{ м}^2$

Приймаємо відступи від країв даху 0.5 см. та відстань між рядами панелей 10%

Виходить 760 м^2 площі придатної для установки ФЕС.

Розраховуємо електричну енергію, яку виробить станція протягом кожного місяця окремо. Для цього у таблиці 2 наведено дані щодо середньодобової інсоляції на 1 м² площі по кожному місяцю протягом року.

$$W_{\text{ср.доб.01}} = 1,21 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{01} = W_{\text{ср.доб.01}} \cdot N_{\text{дiб.01}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 1,21 \cdot 31 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 4653,9 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.02}} = 1,99 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{02} = W_{\text{ср.доб.02}} \cdot N_{\text{дiб.02}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 1,99 \cdot 28 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 6913,2 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.03}} = 2,98 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{03} = W_{\text{ср.доб.03}} \cdot N_{\text{дiб.03}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 2,98 \cdot 31 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 11461,6 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.04}} = 4,05 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{04} = W_{\text{ср.доб.04}} \cdot N_{\text{дiб.04}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 4,05 \cdot 30 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 15074,6 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.05}} = 5,55 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{05} = W_{\text{ср.доб.05}} \cdot N_{\text{дiб.05}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 5,55 \cdot 31 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 21346,3 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.06}} = 5,57 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{06} = W_{\text{ср.доб.06}} \cdot N_{\text{дiб.06}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 5,57 \cdot 30 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 20732 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.07}} = 5,7 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{07} = W_{\text{ср.доб.07}} \cdot N_{\text{дiб.07}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 5,7 \cdot 31 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 21923 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.08}} = 5,08 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{08} = W_{\text{ср.доб.08}} \cdot N_{\text{дiб.08}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 5,08 \cdot 31 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 19538 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.09}} = 3,66 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{09} = W_{\text{ср.доб.09}} \cdot N_{\text{дiб.09}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 3,66 \cdot 30 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 13623 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{\text{ср.доб.10}} = 2,27 \text{ кВт}\cdot\text{год}/\text{м}^2/\text{день}$$

$$W_{10} = W_{\text{ср.доб.10}} \cdot N_{\text{дiб.10}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 2,27 \cdot 31 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 8730 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{11} = W_{\text{ср.доб.11}} \cdot N_{\text{дiб.11}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 1,2 \cdot 30 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 4466,6 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

$$W_{12} = W_{\text{ср.доб.12}} \cdot N_{\text{дiб.12}} \cdot (S_{\text{ФЕС}} \cdot \eta_{\text{ФЕМ}} \cdot \eta_{\text{iнв}} \cdot K_w) = 0,96 \cdot 31 \cdot 760 \cdot 0,1683 \cdot 0,97 \cdot 1 = 3692 \text{ кВт}\cdot\text{год}$$

Таблиця – Результати розрахунку показників виробництва та споживання електричної енергії для мережевої приватної ФЕС

Середній місячний рівень сонячної радіації/інсоляція в містах України (кВт·год/м ² /день)													
Місяці	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Рік
W _{ср,доб.і} кВт·год/(м ² ·день)	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,7	5,08	3,66	2,27	1,2	0,96	3,36
Кількість днів	31	28	31	30	31	30	31	31	30	31	30	31	365
Виробництво електричної енергії кВт·год	4653,9	6913	11461	15074	21346	20732	21923	19538	13623	8730	4466,6	3692	152157

Таблиця 2 Середній місячний рівень сонячної радіації/інсоляція в Дніпрі:

Дані NASA за останні 20 років													
Регіони / Місяці	Січень	Лютий	Березень	Квітень	Травень	Червень	Липень	Серпень	Вересень	Жовтень	Листопад	Грудень	Середнє
Дніпро	1,21	1,99	2,98	4,05	5,55	5,57	5,7	5,08	3,66	2,27	1,2	0,96	3,36



Рисунок 3 – Діаграма річного виробництва/споживання електричної енергії домогосподарством

У цілому енергопотреба будівлі = 240134 кВт*год
 За рахунок встановлення ФЕС ми зможемо виробляти 152157 кВт*год
 Загалом ми зможемо зекономити 63,4% від загальної енергетичної потреби усієї будівлі.

3 Охорона праці

3.1 Аналіз шкідливих і небезпечних виробничих факторів

3.1.1 Освітлення

На сьогоднішній день у навчальних класах багатьох загальноосвітніх шкіл освітлення є недостатнім. Навіть без лабораторних вимірювань це гостро відчувається під час перших уроків у першу зміну та останніх уроків у другу. Причинами цього є необхідність у економії коштів через погане фінансування шкіл, незнання, а через це і недотримання відповідних санітарно-гігієнічних нормативів та незадовільна робота працівників господарчої частини.

На сьогодні у освітніх закладах спостерігається яскрава тенденція до заміни старих вікон із дерев'яними рамами на нові, сучасні, із пластиковими. Проте задля економії коштів часто нові вікна замовляють менших розмірів, замуруючи міжвіконні проміжки, порушуючи цим самим санітарно-гігієнічні норми, згідно з якими площа вікон має становити не менше п'ятої частини підлоги, що призводить до зменшення рівня природної освітленості.

3.1.2 Температура

Важливою і актуальною проблемою 76% шкіл є нижча за норму температура у навчальних приміщеннях. Причиною цього є економія коштів, у зв'язку з чим опалювальний сезон розпочинають пізніше або завершують раніше та зношеність систем опалення і котельного обладнання.

Часто у школах через відсутність кранів на батареях чи радіаторах та недосконалу роботу насосів або неергономічність теплових магістралей температура в одних класах є зависокою, а в інших - заниженою.

3.1.3 Вентиляція

Часто у зв'язку із заміною вікон відбувається і порушення норм вентиляції навчальних приміщень, оскільки з ціллю економії зменшують кількість кватирок чи фрамуг, площа яких повинна становити не менше десятої частини загальної площі вікон.

Буває, що встановлюють дешеві несертифіковані вікна кустарного виробництва, у яких відсутні положення легкої вентиляції. Тому досить часто після заміни вікон у приміщеннях з'являється пліснява, яку виводять хімічними речовинами, застосування котрих у навчальних закладах заборонене.

Не завжди у школах дотримуються і нормованого режиму вентиляції, згідно з яким навчальні класи провітрюються два рази по п'ятнадцять хвилин протягом великих перерв, а рекреаційні - впродовж уроків.

3.1.4 Шум

У школах шумовий фон є надзвичайно високим. З одного боку, для перерв він є природним, проте, з іншого, - не кожен організм потребує активного відпочинку. Однак справжньою проблемою є високий рівень шуму на уроках через брак досвіду чи некомпетентність учителя, характерні

особливості учнівського колективу. Загальновідомо, що надмірний шум призводить до порушення уваги, концентрації, головних болів.

3.1.5 Шкідливі речовини

Загалом наявність небезпечних речовин для шкіл (окрім кабінетів хімії, біології та фізики) нехарактерна. Проте звичайна шкільна крейда може несприятливо діяти на організм, якщо внаслідок недобросовісного прибирання та вентиляції навчальних приміщень збільшується її концентрація в повітрі. Потрапляючи на слизові оболонки гортані та носоглотки, мікроскопічні частинки крейди набрякають і викликають подразнення, внаслідок чого дані оболонки стають не слизькими, а липкими і не можуть належним чином виконувати роль бар'єрів стосовно хвороботворних організмів.

Подібне відбувається і внаслідок дії пилового забруднення в спортзалі.

3.1.6 Біологічні фактори

У зв'язку з тим, що для навчально-виховних закладів характерна порівняно велика кількість людей на одиницю площі, практично весь навчально-виховний процес відбувається у закритому приміщенні. Крім того, для учнів характерне формування організму, зокрема імунітету, рівень стресової напруги як несприятливого для здоров'я фактора досить високий, практично всі взаємодії суб'єктів загальноосвітнього шкільного середовища здійснюються у системі «людина-людина». Вплив біологічних факторів є досить високим. Так, зокрема, під час епідемій школи поряд із дитсадками стають першими закладами, в яких перевищується епідеміологічний поріг.

3.2 Інженерно-технічні заходи з охорони праці

У створенні безпечних умов праці в школах широко застосовуються об'єктові (огороження, блокування, запобіжні та вимикаючі пристрої, ізоляція, герметизація, заземлення) і суб'єктивні (таблички, застережливі написи) технічні засоби безпеки.

Задля підтримки нормальних умов праці вводяться наступні заходи:

- організоване систематичне підтримання чистоти на робочих місцях, у приміщеннях, на шкільному подвір'ї та прилеглий до гімназії території;
- забезпечується дотримання санітарно - гігієнічні нормативів
- підтримується постійно у справному стані обладнання на робочих місцях;
- впроваджується нове обладнання, пристрої та прилади у відповідності до технічних інструкцій;
- забезпечується безпечна експлуатація засобів виробництва.

Заходи щодо усунення наступних шкідливих факторів:

3.1.1 Освітлення

Дослідження показали, що регульовані білі світильники покращують результати навчання. Підтверджено позитивний вплив білих світильників з регульованою температурою кольору: при їх використанні поліпшується здатність дітей концентруватися, вони демонструють кращі результати на тестах, знижується їх гіперактивність. Штучне освітлення повинно мати функцію зменшення яскравості. Слід уникати засліплюючого світла, який заважає концентрації.

3.1.2 Шкідливі речовини

Вилучення шкідливих речовин з технологічних процесів, заміна шкідливих речовин менш шкідливими, свинцеві білила замінені на цинкові, метиловий спирт – іншими спиртами, органічні розчинники для знежирювання – миючими розчинниками на основі води.

Нормальне функціонування систем опалення, загально обмінної вентиляції, кондиціювання повітря, очисних викидів в атмосферу.

Контроль за вмістом шкідливих речовин у повітрі.

3.1.3 Біологічні фактори

Проводити прибирання у класах та коридорах, до та після уроків, ретельно витирати парти та дезінфікувати столові прибори та тарілки у столовій.

Сприяти ретельному миттю рук та догляду за гігієною учнів та працівників. Проводити планові гігієнічні процедури. Встановити спеціальні гігієнічні засоби.

Організувати доступ свіжого повітря та регулярно провітрювати приміщення.

3.2 Пожежна безпека

Навчання та практичні тренування співробітників повинні проводитися раз у півріччя, і це повинно фіксуватися в журналі. План евакуації повинен оновлюватися мінімум раз на три роки.

Перед початком навчального року (або сезону літніх канікул) усі установи і заклади освіти або відпочинку повинні бути перевірені і прийняті в роботу спеціальними комісіями. Створюються вони місцевим управлінням освіти і ДСНЧС. До складу комісії повинен увійти представник органу державного нагляду у сфері пожежної безпеки.

3.2.1 Обладнання

Що стосується обладнання для гасіння пожежі, то в звичайних навчальних кабінетах, на кожен поверх має бути не менше двох вогнегасників (наприклад, водопінні із зарядом на 9 кг або сухих з зарядом не менше 5 кг, вуглекислотного з зарядом на 3,5 кг).

У кожному кабінеті хімії, фізики, біології, лабораторіях – не менше одного вогнегасника на приміщення.

У кабінетах інформатики, радіотехнічних приміщеннях – не менше одного пінного і одного вуглекислотного вогнегасника на приміщення.

У спортзалах, майстернях – не менше двох на приміщення.

Крім вогнегасників, до переліку засобів гасіння входять покривало з негорючого теплоізоляційного матеріалу розміром 2 х 2 метра, бочки з водою, пожежні відра, совкові лопати.

3.2.2 Умови в закладі

Дороги і проїзди до будинків повинні бути вільні.

У кожному приміщенні будівлі повинна висіти табличка з даними про відповідального за пожежну безпеку, номером телефону найближчого пожежно-рятувального загону та інструкція про дії на випадок пожежі.

Під час навчання двері евакуаційних виходів дозволяється закривати тільки зсередини і ні в якому разі не на ключ. Тільки засуви і гачки, які легко прибираються і двері, які легко відкриваються.

Також заборонено встановлювати решітки та інші незнімні сонцезахисні, декоративні та архітектурні пристрої на вікнах приміщень, де перебувають діти, на сходових клітках, в коридорах, холах та вестибюлях.

Заборонено використовувати електроплитки, кип'ятильники, електрочайники, газові плити тощо для приготування їжі (за винятком спеціально для цього обладнаних приміщень).

На шляхах евакуації не повинно бути дзеркал, порогів, виступів, турнікетів, розсувних і піднімальних дверей.

На дерев'яних конструкціях повинна бути виконана вогнетривка обробка.

У залах для культмасових заходів обов'язково має бути не менше двох еваковиходів.

Очищення димоходів та печей від сажі потрібно проводити перед початком опалювального сезону і під час нього – опалювальні печі на твердому паливі – раз на три місяці, кухонні плити та кип'ятильники (в спеціальних місцях) – раз на місяць.

3.3 Розрахунок теплових надлишків в приміщенні

Робота в приміщеннях, обладнаних обчислювальною технікою неможлива без забезпечення в них оптимальних показників температури повітря, вологості та його швидкості руху. Для дотримання комфортних умов праці необхідно розрахувати всі виділення і витрати тепла в приміщенні. Оскільки більш складна ситуація виникає при забезпеченні метрологічних показників в літню пору, тому основну увагу приділимо визначенню теплових надходжень у приміщення з обчислювальною технікою, та вибору методів для їх виведення.

3.3.1 Виділення тепла від джерел штучного освітлення

Розрахунок виділення тепла від джерел штучного освітлення $Q_{осв}$, кВт, визначається по формулі

$$Q_{осв} = N * \eta$$

$$Q_{осв} = 32 * 0,55 = 17,6, \text{ кВт};$$

де N - сумарна потужність джерел освітлення, кВт;

η - коефіцієнт теплових витрат ($\eta = 0,92...0,97$ для ламп накаливання, $0,55$ - для люмінесцентних ламп).

3.3.2 Виділення тепла від радіотехнічних приладів і комп'ютерних систем

Для розрахунку виділення тепла від комп'ютерних систем, радіотехнічних установок і пристроїв обчислювальної техніки використовується попередня формула (3.1), у якій $\eta=0,3...0,5$ для радіотехнічних пристроїв і $0,4...0,7$ для пристроїв обчислювальної техніки і комп'ютерних систем.

$$Q_{\text{кп}} = 450 * 0,4 = 180 \text{ , кВт};$$

3.3.3 Виділення тепла від людей

Тепловиділення організму людини залежать від важкості роботи, температури і швидкості руху навколишнього повітря. Розрізняють явне і скрите тепло, що виділяється з організму людини. Їх співвідношення залежить як від мускульної роботи так і від параметрів навколишнього середовища. Зі збільшенням інтенсивності роботи і температури збільшується доля скритого тепла. При температурі повітря 36°C все тепло, що виробилось в організмі, віддається шляхом випаровування, а при більш високих температурах виводиться з організму виводиться і тепло, що передається за допомогою повітря.

Тепловиділення від однієї людини в залежності від температури повітря та інтенсивності роботи наведені в табл. 3.1

Таблиця 3.1 – Тепловиділення від однієї людини в залежності від температури повітря та інтенсивності роботи наведені

Умови, що впливають на тепловиділення людей	$t_{\text{п}}, ^\circ\text{C}$	Тепловиділення, кВт/ч		
		Явне тепло	Скрите тепло	Загальне тепло
При спокійній праці (громадські заклади, вузи, офіси та ін.)	15	100	35	135
	20	85	45	130
	25	55	70	125
	30	35	90	125

Кількість тепла, що виділяється від однієї людини визначається за формулою

$$Q_{\text{л}} = n * q = 26 * 180 = 4680, \text{кВт};$$

де q – кількість загального тепла, що виділяє одна людини, кВт;

n – кількість людей в приміщенні.

3.3.4 Виділення тепла від сонячної радіації

В теплу пору року, при температурі навколишнього повітря 10 °С і вище, в загальному тепловому балансі приміщення необхідно враховувати також тепло, що надходить в нього через осклянілі поверхні і покриття.

Розрахунок кількості тепла, що надходить у приміщення від сонячної радіації:

- для зашквлених поверхонь

$$Q_{\text{оск}} = F_{\text{зас}} * q_{\text{зас}} * A_{\text{зас}}$$

$$Q_{\text{оск}} = 28,8 * 185 * 1,15 = 6127,2 \text{ кВт}$$

де $F_{\text{зас}}$ - відповідно, площі поверхні зашквлених, м²;

$q_{\text{зас}}$ - відповідно, питомі тепловиділення від сонячної радіації, Вт/м², через 1м² поверхні зашквлених (з урахуванням орієнтації по сторонах світу, табл. 3.2);

$A_{\text{зас}}$ - коефіцієнт характеру зашквлених (табл.3.3).

Таблиця 3.2 – Виділення тепла від сонячної радіації через зашквлених $q_{\text{зас}}$, Вт/м²

Характер Зашквлених	При орієнтації зашквлених і географічній широті							
	Південь		Півд - Схід і Півд - Захід		Схід і Захід		Півн - Схід і Півн - Захід	
	45	55	45	55	45	55	45	55
Вікна з плетіннями: дерев'яними	145	145	128	145	145	170	75	75
металевими	185	185	165	185	185	200	95	95

Таблиця 3.3 – Значення коефіцієнта $A_{зас}$

№	Характер засклення, його стан	$A_{зас}$
1	Подвійне засклення в одній рамі	1,15
2	Одинарне засклення	1,45
3	Звичайне забруднення	0,8
4	Сильне забруднення	0,7
5	Забілювання вікон	0,6
6	Засклення з матовим склом	0,7
7	Зовнішнє зашторювання вікон	0,25

Надлишки загальної теплоти, що підлягають виведенню з приміщення, представляють собою в тепловому балансі різницю між кількістю тепла, що надійшло і кількістю тепла, що було використане.

$$Q_{\text{надл}} = Q_z - Q_T = 15847,3976 - 15842,5976 = 4,8 \text{ кВт.}$$

де Q_z - загальні теплові надходження в приміщення, кВт; Q_m - теплові витрати приміщення, які враховуються в тепловому балансі в холодну пору року, при різниці температур зовнішнього і внутрішнього повітря більше 5°C .

Загальні теплові надходження в приміщення, визначають як суму зовнішніх і внутрішніх теплових потоків:

$$Q_z = Q_1 + Q_2 = 10\,976\,130 + 23403,74 = 10\,999\,533,74 \text{ кВт.}$$

де Q_1 – зовнішні теплові притоки, кВт;

Q_2 – внутрішні теплові притоки.

Для визначення зовнішніх теплових надходжень необхідно знати об'єм приміщення V :

$$Q_1 = q * V * Q_{\text{оск}} + Q_{\text{п}}$$

$$Q_1 = 35 * 5992 * 52,337 + 18,375 = 10\,976,13 \text{ МВт}$$

де q – коефіцієнт тепловіддачі; $q = 30$, якщо не має сонця в приміщенні, $q = 35$ – якщо частина вікон розташована з сонячної сторони; $q = 40$ – якщо всі вікна розташовані з сонячної сторони.

Внутрішні теплові надходження в приміщення розраховуються за формулою:

$$Q_2 = Q_{\text{кc}} + Q_{\text{осв}} + Q_{\text{л}}$$

$$Q_2 = 3,42 + 0,32 + 23400 = 23403,74 \text{ кВт}$$

де $Q_{\text{кc}}$ – виділення тепла від комп'ютерних систем;

$Q_{\text{л}}$ – виділення тепла від людей

$Q_{\text{осв}}$ – виділення тепла від освітлення.

3.4 Вибір систем кондиціонування

Для вибору кондиціонера необхідно визначити його потужність, яка забезпечить нормалізацію кліматичних умов в приміщенні.

Потужність кондиціонера можна визначити за формулою

$$L = k * Q_{\text{надл}}$$

$$L = 1,1 * 4,8 = 5,3 \text{ кВт}$$

Обрали кондиціонер настінного типу [S18LHT telefon](#)

де k – коефіцієнт, що враховує величину втрат холодопродуктивності кондиціонера, $k = 1,1$ – якщо кондиціонер встановлений в приміщенні.

Економічний розді

Вступ

У економічному розділі розглянемо капітальні, експлуатаційні витрати, а також витрати на електроенергію спроектованої сонячної станції потужністю 131 кВт на даху будівлі дитячо-юнацької Марганецької спортивної школи №1 за адресою Дніпропетровська обл. м. Марганець, вул. Дніпровська, буд.3а.

4.1. Розрахунок капітальних витрат

При визначенні величини проектних капіталовкладень ($K_{пр}$) можна скористатися формулою:

$$K_{пр} = K_{об} \left(\sum_{i=1}^k C_i \right) + Z_{тзс} + Z_m + Z_n + Z_{пр} ,$$

де $K_{об} (\sum_{i=1}^k C_i)$ – вартість придбання електрообладнання (засобів автоматизації, програмного забезпечення тощо) за проектом або сумарна вартість комплектуючих елементів, необхідних для реалізації прийнятого технічного рішення;

k - кількість необхідних комплектуючих елементів;

$Z_{тзс}$ – транспортно-заготівельні і складські витрати;

Z_m – витрати на монтажні роботи;

Z_n - витрати на налагоджувальні роботи;

$Z_{пр}$ – інші одноразові вкладення грошових коштів.

Таблиця 4.1 – капітальні витрати

Найменування комплектуючих	Кількість	Ціна за 1 шт, грн	Сумма,грн
Сонячна панель jasolar (tier-1)[9]	520	3273	1701960
Автономний інвертор 2кВ[11]	1	3450	3450
Акумулятор AGM 12-150[12]	2	8691	17382
Коннектор MC-4[13]	520	35	18200
Кабель ВВГнг 4х4,0 ЗЗЦМ[14]	120м	36,46 м	4375,2
Усього:			1745367,2

Вартість перевезень визначаємо через відстань на яку потрібно везти матеріали. Згідно з даними компанії perevoz-dnpr[15] вартість перевозу вантажу на 1 км дорівнює 8,5 грн. Усі необхідні матеріали знаходяться у місті Дніпро. Відстань між Дніпром та Марганцем 125 км, у ціну входить погрузка та вивантаження товару. Так як 1 машина перевізника може взяти лише 2,5 тони потрібно буде зробити 3 доставки у загалом. Загалом ми транспортні та вантажні роботи складатимуть 6375 грн.

Витрати на монтажні (Z_m) і на налагоджувальні роботи (Z_n) можна визначити наступним чином:

$$Z_{m(n)} = \sum (C_i \times a_i \times t_i) \times K_d \times K_{cm} \times K_{np}$$

де C_i – чисельність працівників і-го розряду, необхідних для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), чол.;

a_i – годинна тарифна ставка працівника і-го розряду, грн.;

t_i – час, необхідний для виконання певного обсягу монтажних (налагоджувальних робіт), год.;

K_d – коефіцієнт, що враховує розмір доплат;

K_{cm} – коефіцієнт, що враховує єдиний соціальний внесок;

$K_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує інші витрати на здійснення монтажних (налагоджувальних) робіт.

Для виконання монтажних робіт обрано компанію 220V[16]. У рамках цієї компанії діють наступні розцінки:

- Монтаж інвертора і супутнього устаткування на підготовлене монтажне місце, прокладання кабельних ліній – 150\$;
- Монтаж фотомодулів на плоский дах – 28\$ за панель;

Витрати на монтажні налагоджувальні роботи становитимуть:

$$Z_{mn} = 4012,5 + (520 * 749) = 393492,5 \text{ грн}$$

Конвертовано у гривні по курсу станом на 18.06.2020 (26,75 грн за 1 долл. США)

Отже, капітальні витрати становитимуть:

$$K_{пр} = 1745367,2 + 6375 + 393492 = 2145234,2 \text{ грн}$$

4.2 Розрахунок експлуатаційних витрат

До основних статей експлуатаційних витрат електротехнічного устаткування відносяться:

- амортизаційні відрахування (C_a);
- заробітна плата обслуговуючого персоналу (C_z);
- єдиний соціальний внесок (C_c);
- витрати на технічне обслуговування й поточний ремонт устаткування та мереж (C_m);
- вартість електроенергії, що буде споживана об'єктом проектування або витрат електроенергії (C_e);
- інші експлуатаційні витрати ($C_{пр}$). Таким чином, річні експлуатаційні витрати складуть:

$$C = C_a + C_z + C_c + C_m + C_e + C_{пр}, \text{ грн.}$$

4.2.1 Розрахунок амортизаційних витрат

Річні амортизаційні відрахування рахуються за формулою:

$$AO = \frac{\Phi_n \cdot H_a}{100}$$

$$AO = \frac{\Phi_{\pi} * H_a}{100} = \frac{1968162,2 * 5}{100} = 98408,11 \text{ грн}$$

Де, Φ_{π} – первісна вартість

H_a - Мінімально допустимий терміни корисного використання 3-ї групи.

4.2.2 Розрахунок річного фонду заробітної плати

Для обслуговування електричної станції обрано компанію 220V[16]. Вартість обслуговування становить 10\$*год + 10 грн*км, на транспортні витрати. Так як база компанії знаходиться у обласних центрах відстань між м. Дніпро і будівлею становить 125 км, дорога оплачується у обидва напрямки. На обслуговування станції потрібно щонайменше 2 години(періодичність обслуговування визначається після установки станції індивідуально для кожного об'єкту) ми отримаємо:

$$(267,5 * 2) + ((125 * 2) * 10 = 3035 \text{ грн}$$

Обслуговування планується проводити раз у місяць у літній період (чистка від бруду та пилі) та двічі у зимній період (від снігу).

Конвертовано у гривні по курсу станом на 18.06.2020 (26,75 грн за 1 долл. США)

4.2.3 Визначення річних витрат на технічне обслуговування і поточний ремонт

Річні витрати на обслуговування і ремонт інженерних мереж та зовнішнього обладнання становить 1% від капітальних затрат:

$$C_T = 1968162,2 * 1\% = 19681,1 \text{ грн}$$

4.3 Розрахунок вартості спожитої електроенергії

Вартість електроенергії, споживаної об'єктом проектування протягом року, визначається виходячи з його встановленої потужності, річного фонду робочого часу об'єкта проектування та втрат електроенергії за формулою:

$$C_e = W_p \cdot C_e, \text{ грн.}$$

де W_p – кількість спожитої за рік електроенергії, кВт*год;

C_e – тариф на електроенергію станом на конкретну дату, грн. / кВт*год;

Тариф на електроенергію станом на 1 квітня 2020 року складає 148,575 копійок на 1 кВт*год[17]

Споживання сонячної електричної станції є мінімальним та здійснюється лише завдяки інвертора потужністю 2кВ, тоді:

$$C_e = 2 * 1,48575 = 2,9715 \text{ грн}$$

Експлуатаційні витрати становлять:

$$C = 19681,1 + 3035 + 98408,11 + 2,9715 = 121127,18 \text{ грн}$$

4.4 Визначення інших витрат

Інші витрати по експлуатації об'єкта проектування включають витрати з охорони праці, на спецодяг та ін. Згідно з практикою, ці витрати

визначаються у розмірі 4% від річного фонду заробітної плати обслуговуючого персоналу.

Так як обслуговуючий персонал має різні інтервали обслуговування протягом року визначимо річну суму виплат обслуговуючого персоналу:

$$((6 * 2) * 3035) + (6 * 3035) = 54630 \text{ грн}$$

Де $(6*2)$ - кількість днів обслуговування у зимовий період;

6 – кількість днів обслуговування у літні місяці.

Тоді отримаємо інші витрати:

$$54630 - 4\% = 2185 \text{ грн}$$

Висновок

Отже, тема енергозбереження не нова, у світі вже давно проводиться подібні заходи, так користуються великою популярністю.

Виходячи з нової енергетичної політики, ЄС надає важливого значення енергозбереженню. ЄС у грудні 2005 р. видав директиву, яка зобов'язувала всі країни альянсу розробити національні плани дій з підвищення енергоефективності. Відповідно до директиви на найближчі дев'ять років кожна з країн ЄС повинна щорічно досягати щонайменше 1 % економії електроенергії в усіх сферах її споживання. Починаючи з 2011 р., усі країни ЄС повинні беззастережно виконувати ці зобов'язання.

Такий серйозний підхід до енергозабезпечення повинна перейняти й Україна. Це допоможе досягти не тільки великих заощаджень, зменшення споживання ресурсів, шкідливих викидів, а й допоможе підняти життя в Україні на новий рівень, що ще ближче до Європи.

Перелік використаних джерел

- [1] ДСТУ Б А.2.2-12:2015
- [2] ДБН В.2.5.-64:2012
- [3] МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ ТА ІНДИВІДУАЛЬНІ ЗАВДАННЯ
ДО ВИКОНАННЯ РОЗРАХУНКОВОГО ЗАВДАННЯ
- [4] ВИМОГИ ДО ВІТРОВИХ ТА СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЙ ПРИ
ЇХНІЙ РОБОТІ ПАРАЛЕЛЬНО З ОБ'ЄДНАНОЮ ЕНЕРГЕТИЧНОЮ
СИСТЕМОЮ УКРАЇНИ
- [5] <https://www.jasolar.com/>
- [6] ДСТУ Н Б В.2.6-190:2013
- [7] ДБН В.2.6–31:2016.
- [8] ДСТУ Б А.2.2-8: 2010
- [9] <https://eformat.com.ua/p595789780-solnechnaya-panel-solar.html>
- [10] <https://prom.ua/p1085392740-sistema-krepleniya-solnechnyh.html>
- [11] <https://npo-gidromash.com.ua/p1028407572-preobrazovatel-chastoty-odnofaznyj.html>
- [12] <https://rozetka.com.ua/115844419/p115844419/>
- [13] <https://racompany.com.ua/p1060030534-konnektor-mc4-dlya.html>
- [14] <https://axiomplus.com.ua/kabeli-elektricheskie-provoda/product-62487/>
- [15] <https://perevoz-dnepr.com.ua/price.htm#z>
- [16] <https://220v.com.ua/uslugi/2077.html>
- [17] [**https://koec.com.ua/page?root=23**](https://koec.com.ua/page?root=23)

ДОДАТОК А

Відомість матеріалів кваліфікаційної роботи

		Позначення	Найменування	Кількіс ть	Примітка
1					
2			Документація		
3					
4	A4	ТСТ.ОППб.19.07.ПЗ	Пояснювальна записка	79	
5					
6			Графічні матеріали		
7					
8					
9					
10					
11					
12					

ДОДАТОК Б

ВІДГУК

про кваліфікаційну роботу ступеню бакалавра на
тему: "Сучасні методи підвищення енергоефективності
будівель"

студента групи 141–16–2 Христяна В.В.

1. Метою кваліфікаційної роботи є оцінка енергетичної ефективності будівлі дитячо-юнацької спортивної школи та впровадження такого енергозберігаючого заходу, як дахова фотоелектрична станція.
2. Актуальність теми зумовлена наявною потребою в забезпеченні енергозберігаючих заходів в системі електропостачання спортивної школи.
3. Тема кваліфікаційної роботи безпосередньо пов'язана з об'єктом діяльності бакалавра спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».
4. Задачі кваліфікаційної роботи відносяться до класу евристичних, вирішення яких ґрунтується на знаково-розумових вміннях фахівця.
5. Технічне рішення полягає в обґрунтуванні раціональних параметрів та вибору сучасного обладнання для дахової фотоелектричної станції дитячо-юнацької спортивної школи.
6. Практичне значення результатів роботи полягає у забезпеченні вагомої економії витрат на електроенергію в спортивній школі, відповідно до сучасних вимог з енергоефективності будівель.
7. Розрахунки параметрів й характеристик, що досліджувалися, а також пояснювальну записку виконано з використанням обчислювальної техніки та відповідного програмного забезпечення.
8. Оформлення демонстраційного матеріалу та пояснювальної записки виконано в цілому відповідно діючим стандартам.
9. До зауважень слід віднести похибки у розрахунках та відхилення від стандартів оформлення пояснювальної записки і демонстраційних матеріалів.
10. Ступінь самостійності виконання кваліфікаційної роботи задовільна.
11. Кваліфікаційна робота в цілому заслуговує оцінки "добре", 83 бала.

Керівник кваліфікаційної роботи,
доц. кафедри електроенергетики

Г.С. Олішевський

ДОДАТОК В

Відгук керівників економічного розділу та розділу охорони праці

ДОДАТОК Г

ЕНЕРГЕТИЧНИЙ СЕРТИФІКАТ БУДІВЛІ

Адреса (місцезнаходження) будівлі: Дніпропетровська обл. м. Марганець, вул. Дніпровська, буд. За

Функціональне призначення та назва: дитячо-юнацькоа спортивна школа №1

Відомості про конструкцію будівлі

будівля прямокутна розмірами : 30х48 м

висота : 9,70 м

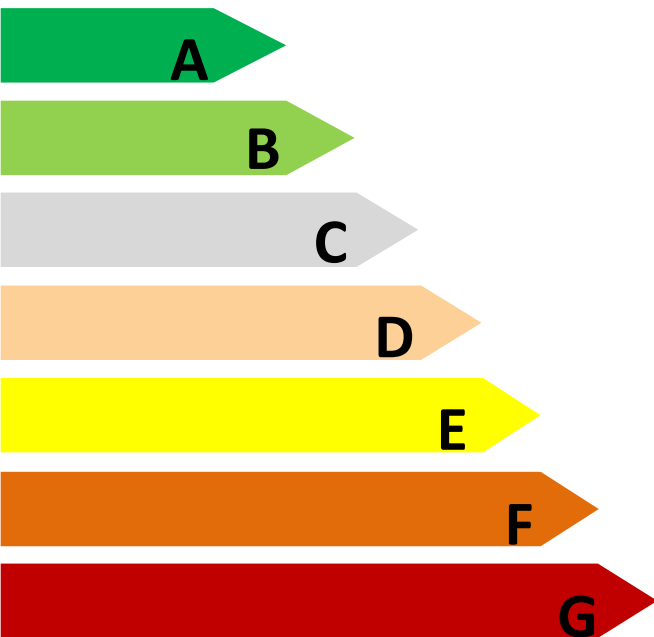







загальна площа 1100,80 кв.м

кількість поверхів : 1

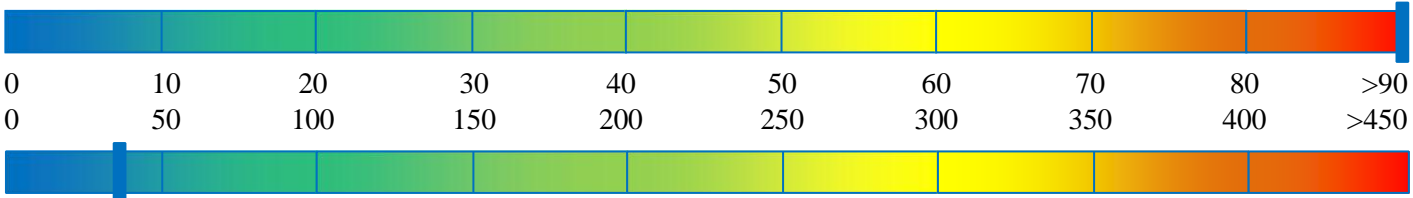
Конструктивна схема будівлі:

1-поверхова, 1-прольотна, безкаркасна споруда



Шкала класів енергетичної ефективності		Клас енергетичної ефективності
Високий рівень енергоефективності		<div></div>
<div></div>	<div><div><17 кВт×год/м³</div><div><30 кВт×год/м³</div></div>	
<div></div>	<div><div><33 кВт×год/м³</div><div><42 кВт×год/м³</div></div>	
<div></div>	<div><div><50 кВт×год/м³</div><div>≤58 кВт×год/м³</div></div>	
<div></div>	<div><div>>58 кВт×год/м³</div></div>	
<div></div>		
<div></div>		
<div></div>		
Низький рівень енергоефективності		
Питоме споживання на опалення, охолодження та гаряче водопостачання, кВт год/м ³		34,36

Питоме споживання первинної енергії, кВт год/м²: 124,17



Питомі викиди парникових газів, кг/м²: 27,78

I. Фактичні або проектні характеристики огорожувальних конструкцій

Вид огорожувальної конструкції	Значення опору теплопередачі огорожувальної конструкції, (м²·К)/Вт		Площа А, м²
	Існуюче приведенне значення	Мінімальні вимоги	
Зовнішні стіни	3,85	3,3	634
Суміщені перекриття	-	-	-
Покриття опалюваних горищ (технічних поверхів) та покриття мансардного типу	-	-	-
Горищні перекриття неопалюваних горищ	-	-	-
Перекриття над проїздами та неопалюваними підвалами	-	-	-
Світлопрозорі огорожувальні конструкції	0,6	0,75	246
Зовнішні двері	0,5	0,6	15

Опис технічного стану огорожувальних конструкцій

Зовнішні стіни:

Стіни товщиною 510 та 380 мм, виконані з силікатної цегли напівсухого пресування, укладеної на цементно-піщаному розчині, утеплені мінераловатним утеплювачем «FASROCK» («FrontRock») фірми «ROCKWOOL» $\gamma=135\text{кг/м}^3$ товщиною 100 та 120 мм. Внутрішнє оздоблення – гіпсокартон, плитка керамічна. На момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у хорошому стані.

Вікна та балкони блоки:

В будівлі встановлені вікна з подвійного скління у металопластикових рамах із опором теплопередачі $R = 0,75 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. На момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у хорошому стані.

Зовнішні двері:

Двері входні із алюмінієвих профілів з приведеним опором теплопередачі $R_o = 0,6 \text{ м}^2\text{К/Вт}$. На момент проведення енергетичного обстеження знаходяться у задовільному стані.

Дах:

Покрівля плоска, рулонна. Перекриття виконано з залізобетонних плит. Утеплення покриття – жорсткий утеплювач з мінераловатних плит, марки Технорф Н30 та Технорф В70. Приведений опір теплопередачі $R_{пр}=6,16 \text{ м}^2 \text{ К/Вт}$.

Підлога по ґрунту:

Підвал знаходиться під всією площею будівлі. Підлога будівлі виконана із монолітного залізобетону та утеплена плитами з екструзійного пінополістиролу ТЕХНОПЛЕКС 35-300. Утеплення цоколя - утеплювач екструзійний пінополістирол ТЕХНОПЛЕКС 35- 300 групи горючості Г1 з подальшим оштукатурюванням і облицюванням фасадною плиткою.

II. Показники енергетичної ефективності та фактичне питоме енергоспоживання будівлі

Показники енергетичної ефективності будівлі

Назва показника	Існуючі значення (розрахункові) кВт·год/м ² (кВт·год/м ³) за рік	Мінімальні вимоги кВт·год/м ² (кВт·год/м ³) за рік
Питома енергопотреба на опалення, охолодження, гаряче водопостачання	25,78	(28,0)
Питоме енергоспоживання при опаленні	18,75	
Питоме енергоспоживання при охолодженні	0	
Питоме енергоспоживання при гарячому водопостачанні	3,1	
Питоме енергоспоживання системи вентиляції	0,07	
Питоме енергоспоживання при освітленні	2,59	
Питоме споживання первинної енергії, кВт·год/м ² за рік	124,17	
Питомі викиди парникових газів, кг/м ² за рік	27,78	

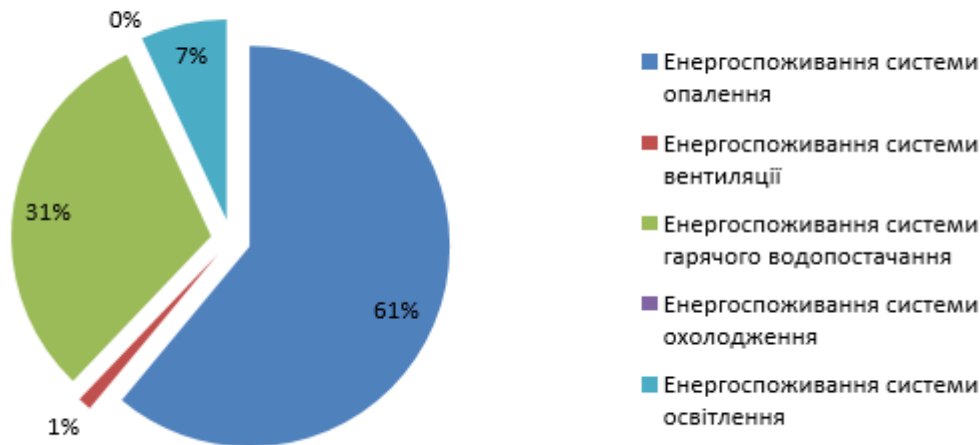
Енергоспоживання будівлі

Вид	Фактичний обсяг споживання за рік		Розрахунковий обсяг споживання за рік	
	тис. кВт·год	кВт·год/м ² (кВт·год/м ³)	тис. кВт·год	кВт·год/м ² (кВт·год/м ³)
Енергоспоживання системи опалення	-	-	1123,86	(18,75)
Енергоспоживання системи вентиляції	-	-	2,429	(0,4)
Енергоспоживання системи гарячого водопостачання	-	-	69,192	(14,54)
Енергоспоживання системи охолодження	-	-	0	(0,00)
Енергоспоживання системи освітлення	-	-	15,552	(2,59)
УСЬОГО:	-	-	1211,033	(36,28)

Причини відхилення розрахункових обсягів споживання від фактичних:

Дані щодо фактичного енергоспоживання будівлі відсутні.

Річне енергоспоживання будівлі, %



III. Фактичні або проектні характеристики інженерних систем будівлі

Системи опалення

Система опалення - двотрубна, з нижнім розведенням, трубопроводи прокладені відкрито в теплоізоляції. У місцях перетину стін, перегородок трубопроводи прокладені в гільзах. В якості нагрівальних приладів прийняті алюмінієві радіатори Faral Trio HP 500/80 з боковим підключенням і встановленням терморегуляторів, за винятком приладів, встановлених в душових і коморах.

Системи охолодження, кондиціювання, вентиляції

Система вентиляції - припливно-витяжна з природним і механічним спонуканням, регулювання витрати повітря в приміщенні - за періодами часу, регулювання витрати повітря при його підготовці - за періодами часу, захист теплообмінників від перегріву і переохолодження - є регулювання.

Системи постачання гарячої води

Водяна система опалення двотрубна система опалення з штучним спонуканням і з нижнім розведенням подавальних і зворотних магістралей в приміщеннях підвалу, регулювання теплоносія - в ІТП через погодні умови, повну відповідність системи опалювальній площі будівлі, не використовуються насоси з мокрим ротором, теплоізоляція мереж в підвальному приміщенні передбачена відповідно до нормативів. Регулювання температури повітря в приміщеннях - встановлені терморегулятори на опалювальних приладах, регулювання надходження теплової енергії в основні приміщення - місцеве автоматичне регулювання терморегуляторами на опалювальних приладах приміщення або електронне регулювання.

Системи освітлення

Система освітлення, регулювання в присутності людей в приміщенні ручне Система автоматизації і управління будівлею, локальна система автоматизації і управління будівлею відсутня, технічний моніторинг і керування будинком відсутній. Облік теплової енергії - прилад комерційного обліку тепла в ІТП. Облік електроенергії – загальний лічильник. В системі освітлення будівлі використані енергоефективні світлодіодні LEDлампи.